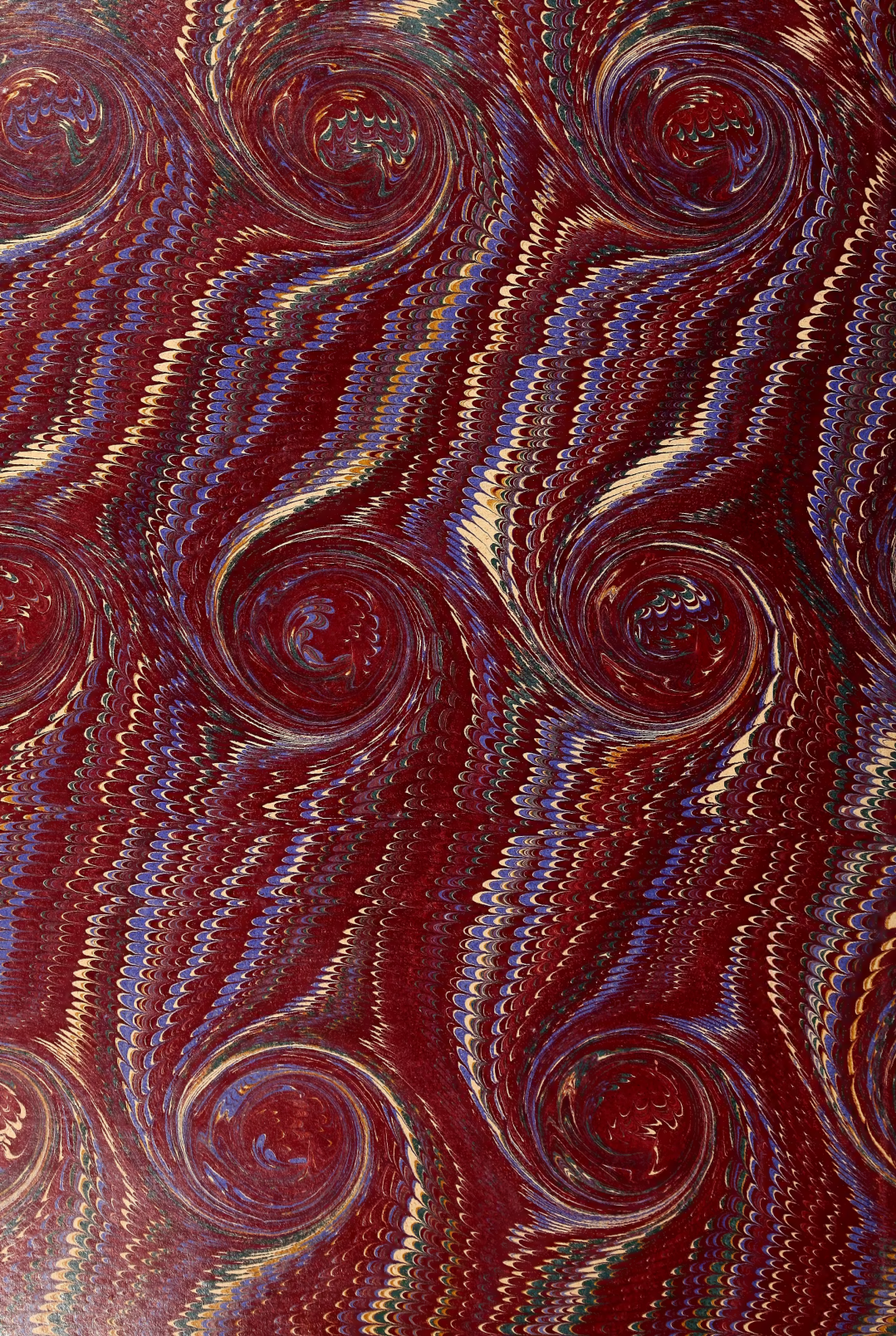
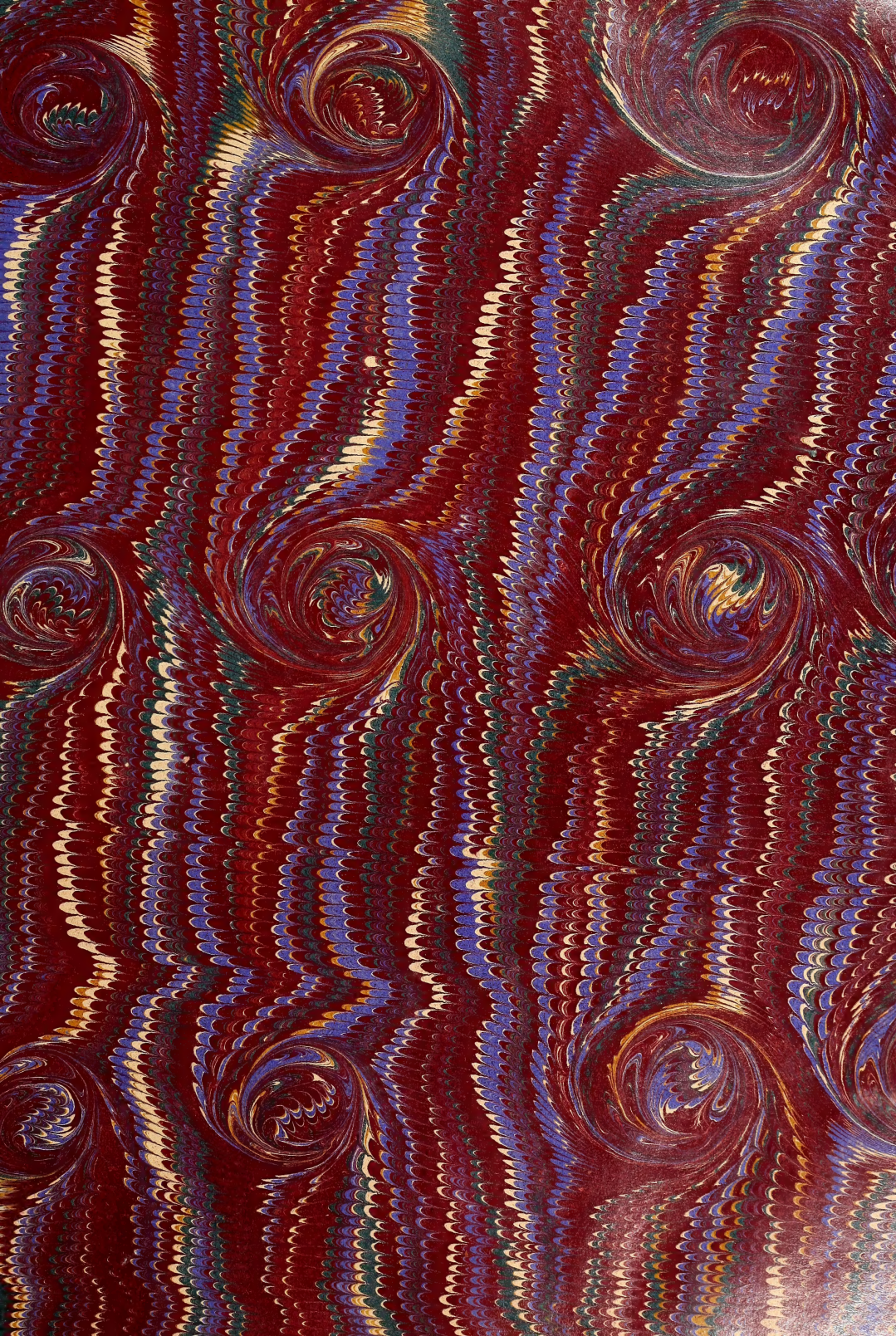




73.F
8
S.
7—2.

# ERGEBNISSE

NATURWISSENSCHAFTLICHER

# FORSCHUNGEN

AUF

# CEYLON

IN DEN JAHREN 1884—1886

VON

Dr. PAUL SARASIN und Dr. FRITZ SARASIN.

**ZWEITER BAND.**

ERSTES HEFT.

**Zur Entwicklungsgeschichte und Anatomie der ceylonesischen Blindwühle Ichthyophis glutinosus.**

Erster Theil: Einleitung, das Ei, Befruchtung und Brutpflege, Entwicklung der Körperform, Historisches, Systematisches und Vergleichendes.

*MIT FÜNF TAFELN.*

WIESBADEN.
C. W. KREIDEL'S VERLAG.
1887.

# ERGEBNISSE

NATURWISSENSCHAFTLICHER

# FORSCHUNGEN

AUF

# CEYLON

VON

DR. PAUL SARASIN UND DR. FRITZ SARASIN.

WIESBADEN.
C. W. KREIDEL'S VERLAG.
1887—1893.

# ERGEBNISSE

NATURWISSENSCHAFTLICHER

# FORSCHUNGEN

AUF

# CEYLON

VON

DR. PAUL SARASIN UND DR. FRITZ SARASIN.

ZWEITER BAND:

Zur Entwicklungsgeschichte und Anatomie der ceylonesischen Blindwühle Ichthyophis glutinosus, L.

MIT XXIV TAFELN.

---

WIESBADEN.
C. W. KREIDEL'S VERLAG.
1887—1890.

Alle Rechte vorbehalten.

Druck der königl. Universitätsdruckerei von H. Stürtz in Würzburg.

# Inhalt des zweiten Bandes.


Seite

Zur Entwicklungsgeschichte und Anatomie der ceylonesischen Blindwühle Ichthyophis glutinosus, L., 1887—1890, hiezu Tafel I—XXIV.

Erster Theil, 1887, hiezu Tafel I—V.

Einleitung . . . . . 3
Das Ei von Ichthyophis . . . . . 8
Befruchtung und Brutpflege . . . . . 11
Entwicklung der äusseren Körperform . . . . . 13
Historische, systematische und vergleichende Bemerkungen . . . . . 24

Zweiter Theil, 1887, hiezu Tafel VI—XI.

Die Seitenorgane der Larve von Ichthyophis glutinosus . . . . . 43
I. Hügelorgane . . . . . 44
II. Flaschenförmige Seitenorgane . . . . . 46
III. Entwicklungsgeschichte der Seitenorgane . . . . . 52
Die letzten Endigungen der Blutcapillaren in den Intercellularräumen der Epidermis 57
Bemerkungen über die Epidermis von Ichthyophis glutinosus . . . . . 73
a. Becherzellen in der Epidermis der Larve . . . . . 73
b. Cuticularborsten . . . . . 74
Körperringel und Schuppen (siehe für die Schuppen auch pag. 239) . . . . . 77
Bau- und Entwicklung der Cutisdrüsen von Ichthyophis glutinosus . . . . . 85
I. Riesendrüsen . . . . . 85
II. Spritzdrüsen . . . . . 88
III. Kleinste Hautdrüsen . . . . . 90
IV. Zur Entwicklungsgeschichte der Cutisdrüsen . . . . . 90

Dritter Theil, 1889, hiezu Tafel XII—XIV.

Das Schicksal des Dotters . . . . . 97
Ueber die Homologie der Keimblätter im Thierreiche, auf Grund des Satzes, dass die beiden Keimschichten der Gastrula nicht dem Ektoderm und Entoderm, sondern dem Blastoderm und Dotter der Vertebraten entsprechen . . . . 107
Der Enddarm der Embryonen . . . . . 145

Seite

Vierter Theil, 1890, hiezu Tafel XV—XXIV.


Der Schädel . . . . . 153
Nase, Jacobson'sches Organ und Thränennasengang . . . . . 175
Der Tentakel . . . . . 195
Das Gehörorgan . . . . . 207
Eine Notiz über das Gehirn von Ichthyophis . . . . . 223
Drüsen der Mundhöhle . . . . . 225
Bemerkungen über das Gefässsystem . . . . . 229
Kiemenkorb, Zunge, Aeussere Kiemen, Kiemenspalten . . . . . 233
Die Spermatozoen . . . . . 237
Schlussbemerkungen . . . . . 239
Nachtrag . . . . . 251
Verzeichniss der Originalliteratur über die Caeciliiden . . . . . 253

# ZUR ENTWICKLUNGSGESCHICHTE UND ANATOMIE

DER

# CEYLONESISCHEN BLINDWÜHLE ICHTHYOPHIS GLUTINOSUS

## (EPICRIUM GLUTINOSUM AUT.).

---

HIERZU TAFEL I, II, III, IV, V.

# EINLEITUNG.

In dem Programm für unsere wissenschaftliche Thätigkeit auf Ceylon hatten wir die Entwicklung der ceylonesischen Blindwühle als Hauptaufgabe uns vorgesetzt, und so wurde für die Wahl unseres ersten Standortes auf der Insel dieser Gesichtspunkt leitend.

Der Gebirgsstock im Centrum Ceylons, welcher gegen Süden, Osten und Westen bis zu fünftausend Fuss hoher, steiler Mauer sich erhebt, schweift nordwärts in abgestuften Terrassen gegen die Ebene aus, reichlich durchfeuchtet von grossen und kleinen Gewässern, welche jahraus, jahrein von den aus dem warmen Meere aufsteigenden und an den kalten Gipfeln des Gebirgs reichlich sich niederschlagenden Wasserdünsten gespeist werden. Eine solche Terrasse ist das fünfzehnhundert Fuss hohe Plateau von Kandy, welches in weitem Bogen, von Westen nach Osten, vom heiligen Strom der Singhalesen, dem Mahaveliganga, durchflossen wird. Hier waltet während der grössten Zeit des Jahres ein herrliches Klima, ein ununterbrochener Sommer. Nach einer sternenhellen Nacht sammeln sich gegen Morgen weisse, feuchte Nebel über der Ebene, welche vor der aufgehenden Sonne langsam sich zerstreuen und dem staunenden Auge die reichste Vegetation enthüllen. Gegen Mittag

steigert sich die von der höher und höher steigenden Sonne herabströmende Wärme zu bedeutender Hitze, und diese würde den Boden von Kandy bald ebenso trocken legen, wie das ganze Flachland des Nordens und Ostens, wenn nicht jährlich zwei Monsunzeiten, während deren Dauer der Regen in Strömen fällt, und ausserdem zuweilen Tag für Tag sich wiederholende kurze, aber schwere Regengüsse im Verein mit den vom Gebirge herabrinnenden Gewässern die verloren gegangene Feuchtigkeit im Ueberflusse ersetzten. Eine reiche Cultur, hauptsächlich kenntlich an den vielen fiederblätterigen Palmen, saftgrünen Bananen, dunkellaubigen Brotfrucht- und Mangobäumen bedeckt die schöne Hochebene, und zur Hälfte umflossen vom Mahaveliganga, liegt eine Stunde von der Stadt Kandy bei dem Dorfe Peradenia der botanische Garten von Ceylon, gewiss einer der schönsten der Welt.

In diesem feuchtwarmen Gebiete ist der ganze Boden von wühlenden Geschöpfen aller Art durchsetzt, und hier ist es nun auch, wo die Blindwühle immer am häufigsten angetroffen ward. So wählten wir diese Hochebene für unsere erste Station, und um dem genannten botanischen Garten möglichst nahe zu sein, mietheten wir uns ein kleines Haus, welches auf einer etwa eine englische Meile vom Garten befindlichen Kaffeeplantage gelegen war.

Der Freundlichkeit des Directors des botanischen Gartens, Dr. H. Trimen, hatten wir es zu verdanken, dass uns schon während der ersten Tage unseres Aufenthaltes eine Blindwühle überbracht wurde, welche einem Arbeiter beim Pflanzen in die Hände gefallen war. Damit war nun freilich noch wenig gewonnen; ja, die Aussichten, die Entwicklungsgeschichte des Thieres aufzudecken, waren um so weniger glänzend, als Dr. Trimen uns berichtete, dass die Blindwühle nicht gerade zu den seltenen, doch aber auch nicht zu den sehr häufigen Thieren der hiesigen Gegend zu rechnen sei.

Unter der Oberleitung des M[r] Gilliat, welchem Freunde wir jede nur wünschbare Förderung unserer Unternehmungen verdanken, arbeiteten auf der Kaffeeplantage, auf welcher unser Haus und Garten gelegen waren, einige Hundert indische Kulis, denen beim täglichen Bebauen des Bodens alles Mögliche von seltenen Thieren vor die Augen kam. Unter Diesen machten wir nun bekannt, was wir wünschten und bekamen im Laufe der Wochen und Monate mehrere Tausend von Blindwühlen zugetragen, abgesehen von zahllosen anderen werthvollen zoologischen Gegenständen.

Die eben genannte hohe Zahl wird unsere Leser gewiss befremden, und sie werden uns fragen: Wozu die grosse Menge? Dies hängt mit der ganz unerwarteten Fortpflanzungsweise des Thieres zusammen, welche uns fast unausgesetzt sechs Monate lang vergeblich suchen und Hunderte von Thieren umsonst opfern liess; doch zuvor einige Worte über die Blindwühle selbst.

Wie aus der Ueberschrift dieser Abhandlung hervorgeht, folgten wir in der Bezeichnung des Thieres dem Vorgehen von Peters[37]), welcher den von Wagler[44]) an Stelle der Linné'schen Bezeichnung Caecilia glutinosa eingeführten und seit dieser Zeit allgemein angenommenen Namen Epicrium glutinosum durch die historisch ältere, durch Fitzinger[15]) aufgebrachte Benennung Ichthyophis glutinosus ersetzte.

Dieser Ichthyophis glutinosus ist die einzige Blindwühle, welche in Ceylon sich findet; wenigstens ist noch von keinem Orte der Insel ein anderer Ichthyophis eingeliefert worden, was auffallen muss, wenn man weiss, dass in Vorder- und Hinter-Indien, auf Borneo und Java ausserdem noch Ichthyophis monochrous Bleeker vorkommt (cf. Boulenger[6]).

Das frisch gefangene Thier bewegt sich langsam schlängelnd vom Platze und benutzt jede Ritze oder Erdöffnung, um sich dem Blicke zu entziehen. Da es seines Sehvermögens beraubt ist, kriecht es meist in einer und derselben Richtung vorwärts, bis ein Hinderniss seinen Lauf verändert, oder mit Laub bedeckter und weicher Boden ihm Anlass giebt, seinen Körper zu verdecken und sich in die Erde zu bohren. Es betastet stets mit seinen eigenthümlichen spitzen Fühlern die Unterlage, zuweilen mit beiden gleichzeitig, meist abwechselnd mit dem einen, oder andern, unablässig sie einziehend und ausstossend. In die Hand genommen, sucht es sich dadurch loszumachen, dass es seinen Kopf mit merklicher Kraft gegen dieselbe stemmt, um nach vorwärts, oder mit seinem Schwanz Halt zu gewinnen sucht, um nach rückwärts hinauszugleiten. Es ist von Natur gänzlich harmlos; obschon anfangs die Kulis sich nicht getrauten, es mit der Hand anzugreifen, haben wir doch nie beobachtet, dass es zu beissen versuchte, und auch die Kulis gewöhnten sich sehr bald daran, mit ihm wie mit einem Regenwurme umzugehen. Seine Haut ist oben braun gefärbt, unten mehr grau; an jeder Seite läuft vom Kopf zum Schwanz ein gelbes Band. Stets ist sein Leib mit schleimiger Feuchtigkeit bedeckt, wie wir es von den Regenwürmern kennen, sodass nie Erde daran kleben bleibt und das Thier stets sauber und glänzend aussieht; nur, wenn es eben im Begriffe steht, sich zu häuten, bleibt nasse Erde an ihm haften. Der Saft seiner vielen, grossen Hautdrüsen muss giftig sein; denn öfters fielen wir bei dem Aufschlitzen der Blindwühle in wiederholtes Niesen, und war mit dem Finger zufällig das Auge berührt worden, so fühlten wir einen zwar kurze Zeit dauernden, aber heftig brennenden Schmerz. Versuche haben wir mit dem Gifte nicht angestellt; aber es ist von den Salamandern und Kröten schon längst bekannt, dass das Secret ihrer Hautdrüsen stark giftige Wirkung hat, und sogar an unserm sonst so harmlosen Laubfrosch hat Wagler dasselbe, ja noch Schlimmeres erfahren, als wir an unserer Blindwühle, indem eines seiner Augen, vom scharfen Drüsensaft des Thieres getroffen, auf geraume Zeit erblindete [cf. Wagler[44]), nach Leydig[24]) und ferner Leydig[23])].

Am häufigsten trifft man unsern Ichthyophis im stets feuchten Boden der Flussufer oder in der Nähe von Bächen und Tümpeln. Dort geht er seiner Nahrung, den Regenwürmern und kleinen Grundschlangen nach in Gesellschaft der anderen im Boden wühlenden Wirbelthiere, von denen man unter den Schlangen den silbergrauen, mit merkwürdigem Schwanzschild und nadelspitzer Schnauze bedachten Rhinophiden und den mit so sehr abweichenden Kopfplatten versehenen kleinen, braunen Typhlopiden, unter den Eidechsen den stummelfüssigen oder gänzlich fusslosen Nessien am häufigsten begegnet. Wo nur eine kleine, von einem Bächlein durchflossene Rinne oder Schlucht sich findet, deren Boden dann meist mit hartem Grase bestanden ist, kann man den Ichthyophis sicher

erwarten; aber wirklich gemein ist die Wühle nirgends; denn öfters hatten wir bis sechzig Kulis stundenlange in Arbeit und erhielten nur wenige Stück. Günstiger freilich waren andere Tage, da die Thiere wohl in Folge von Trockenheit sich mehr in die Nähe der Wasser zurückgezogen hatten, und da wurden uns einst an einem Tage siebzig Stück in's Haus gebracht.

Was die Verbreitung des Ichthyophis glutinosus betrifft, so geht er nicht über eine Höhe von drei- bis viertausend Fuss, da ihm offenbar eine niedrige Temperatur nicht zusagt; dann aber trifft man ihn auch in dem feuchten Theil des Flachlandes der Insel, welcher den südwestlichen Winkel derselben ausmacht und nicht wie der nördliche und östliche Theil des ceylonesischen Niederlandes nur einmal im Jahre, sondern zweimal, im Frühjahr und Herbst, von Monsunregen durchnässt wird, auch ausserdem durch häufige Niederschläge stets feucht erhalten bleibt. —

Es geht immer eine beträchtliche Zeit darüber hin, bis die Kulis dazu zu bringen sind, ein bestimmtes Thier regelmässig einzuliefern; man begegnet Misstrauen, da sie nicht begreifen können, was man damit wolle, und sie fürchten, für aufgewendete Arbeit keine Bezahlung zu bekommen. Ist man also darauf angewiesen, zahlreiches Material zu erhalten, so muss es auch zu Zeiten, wo man dasselbe nicht nöthig hat, stets abgenommen und zu festem Preise bezahlt werden. Wiesen wir Stücke zurück, oder gingen wir im Preise herunter, so wurde kein einziges Stück mehr eingeliefert, und es dauerte dann lange Zeit, bis der Handel wieder flott wurde. Wir haben Hunderte von Thieren angekauft und an einem einsamen Ort hinter dem Hause wieder in Freiheit gesetzt.

Dieser starke Verbrauch von Thieren hing mit einem grossen Irrthume zusammen, in welchem wir befangen waren. Durch Joh. Müller war bekannt, dass die Larven von Ichthyophis glutinosus im Wasser leben, durch Peters, dass Typhlonectes compressicauda (= Caecilia compr.) lebendig gebärend sei. Somit argumentierten wir, dass Ichthyophis, falls er eierlegend sei, seine Eier wie die andern Amphibien auch in's Wasser lege; falls er aber vivipar sei, brauchten wir nur die weiblichen Thiere aufzuschneiden, um der Embryonen habhaft zu werden. Nun durchforschten wir, theils durch die Kulis, theils wir selbst, alle Bäche und Flüsse der Umgegend und waren auch bald so glücklich, die von Joh. Müller beschriebenen Larven mit einem Kiemenloch auf jeder Seite des Halses in beträchtlicher Anzahl zu erhalten; nie aber stiessen wir auf Eier oder Laich oder auf das so sehr von uns gesuchte Larvenstadium mit äussern Kiemen. Es konnte uns aber doch durch Zufall entgangen sein, und so liessen wir eine Grube ausgraben, einen Meter tief und breit und zweie lang, mauerten dieselbe mit Backsteinen aus, und bauten ebenfalls aus Backsteinen und mit Hilfe von Cement ein kleines Wasserbecken, das wir mit dem Ablauf unseres Brunnens speisen konnten. Die Grube füllten wir mit Erde und brachten etwa zweihundert von unseren Blindwühlen nebst reichlicher Regenwurmnahrung hinein; aber so genau wir auch das Wasser täglich untersuchten, wir fanden nie ein Ei darin liegen, dagegen öfters ertrunkene Blindwühlen, welche des Nachts hineingekrochen, und da das

Wasser etwas gesunken war, nicht mehr hatten herauskommen können. Sie waren so wenig an einen Wasseraufenthalt gewöhnt, dass sie, nur eine Nacht darin sich selbst überlassen, durch Erstickung zu Grunde gingen.

Wir waren unterdessen nicht müssig gewesen mit Eröffnen von, uns Tag für Tag zugebrachten Ichthyophiden, hatten aber zu unserer Verzweiflung immer dasselbe Resultat: Ovarialeier in allen Stadien der Entwicklung, ja auch einmal schon losgelöste, im Eileiter befindliche Eier, nie aber in einem Entwicklungsstadium, welches über die ersten Furchungserscheinungen hinausgewesen wäre, und als wir unsere Grube nach einiger Zeit ausleerten und die einzelnen Thiere untersuchten, bekamen wir genau dasselbe Resultat.

Dabei müssen wir bemerken, dass wir auch den Boden selbst durchmusterten, weil ja doch noch die Möglichkeit offen stand, die Eier würden in die feuchte Erde gelegt; auch haben wir in der Folge mehrmals unter unserer Aufsicht zu diesem Zwecke feuchten Boden durchwühlen lassen; wir dachten uns, die Wühle gehe vielleicht behufs Eiablage sehr tief in denselben hinab, weshalb wir bis sechs Fuss tiefe Gruben ausarbeiten liessen; aber wir erlangten doch nie das Ersehnte. Wir müssen auch gestehen, dass gerade eine solche Art der Fortpflanzung, die ohne Analogie bei anderen Amphibien gewesen wäre, uns nicht sehr wahrscheinlich vorkam.

Wir hofften nun Vieles von dem im Monat April einsetzenden und Alles mit einer Fluth von Wasser überschwemmenden Monsum, weil wir uns dachten, die Entwicklung der Wühle sei wohl an bestimmte Jahreszeiten gebunden, und was während der trockeneren Zeit nicht glücken wollte, werde uns in der Regenperiode gelingen. Aber auch jetzt dieselbe Geschichte wie früher.

Wir hatten selbstverständlich die Kulis immer auf die Eier hingewiesen und ihnen alles Mögliche dafür versprochen; aber sie wollten nie welche gesehen haben, und oft sahen wir sie fleissig in den Bächen und in der Erde suchen, aber vergeblich. Da gingen wir zuweilen mit dem Gedanken um, die ganze Sache aufzugeben. Sechs Monate waren wir schon aufgehalten worden und hatten weder Mühe noch Kosten gescheut; die Zeit hatten wir mit der Untersuchung der Anatomie des Thieres zugebracht. Nun aber drängte sich uns die bestürzte Frage auf, ob nicht vielleicht die kostbare Zeit bei längerem Warten ungenutzt verloren würde, ob es nicht besser sei, auch andere Orte zu berühren und einem andern Arbeitsgebiete uns zuzuwenden, und es wurde beschlossen, noch einen Monat zuzusetzen und dann nach Nuwara Eliya, einer Station oben im Gebirge aufzubrechen.

Da nahm mit einem Male die Sache eine glückliche Wendung. Ein Kuli brachte uns ein Häufchen Eier, die wir sofort als Ichthyophis-Eier erkannten, und sagte, er habe dieselben in der Erde gefunden. Nun war es am Tage: Ichthyophis glutinosus ist ovipar und zwar legt er seine Eier in die Erde, ähnlich wie ein Regenwurm oder Blutegel seinen Cocon. Sogleich machten wir alle Kulis mit der Entdeckung bekannt; wir erhielten bald mehr und so reichlich, dass wir befriedigt unsere diesbezügliche Unternehmung für abgeschlossen erklären konnten.

Die grosse Freude, die wir empfanden, als uns die ersten Eier zugetragen und bald darauf, als wir aus den Eiern eines älteren Häufchens die Embryonen mit den schön rothen, äusseren Kiemen am Halse und dem gelben Dotter am Bauche unter Wasser befreiten und nun ihre zierlichen Bewegungen in demselben wahrnahmen, wird nur ein Naturforscher begreifen können. —

## DAS EI VON ICHTHYOPHIS.

Bevor wir mit der Schilderung der Embryonalentwicklung beginnen, wollen wir zuerst einen Blick auf den Bau des Ovarialeies werfen und auf die Hüllen, welche der Oviduct dem Eie liefert. Wenn man ein geschlechtsreifes Weibchen öffnet — man erkennt diese leicht am bedeutenderen Umfang ihres Körpers —, findet man in Jedem der zwei langgestreckten Ovarien neben einer erheblichen Anzahl kleiner, unentwickelter Ovula 13—14 grosse, zum Ablösen bereite Eier. Die Gesammtzahl der auf einmal zur Reife gelangenden Eier beträgt also nicht mehr als 26—28. Ihr Aussehen erinnert auf's Lebhafteste an die Eier kleiner Reptilienarten; sie sind von ovaler Form, indem die etwa 9 mm messende Längsaxe die quere um ca. 3 mm übertrifft. Das Gewicht eines solchen Eies beträgt durchschittlich 0,23 Gr. Der Dotter ist von schön strohgelber Farbe und trägt eine rundliche, weisse Keimscheibe, in deren Mitte das Keimbläschen als dunklerer Fleck imponiert. Die Scheibe liegt stets in der Nähe eines der zwei Eipole.

Die Fig. 2 zeigt die natürliche Grösse und Gestalt solcher reifen Eierstockseier und diesen anlagernd eine Anzahl noch ganz unentwickelter Eichen.

Legt man Schnitte durch ein der Reife nahes Ovarialei, so erhält man Bilder, wie Fig. 3 eines wiedergiebt: Von der Mitte der Keimscheibe aus, welche blos durch grössere Feinheit der sie zusammensetzenden Körner von dem umgebenden groben Dotter sich unterscheidet, zieht ein Strang feiner Substanz gegen die Mitte des Eies hin, um dort zu einer kugelförmigen Masse anzuschwellen. Unwillkürlich wird man dabei auf das Frappanteste an die bekannte Anordnung des Dotters im Ei des Hühnchens erinnert, wo ebenfalls von der Keimscheibe aus ein feinkörniger Strang, der Dotterstiel, nach dem Innern des Eies zieht und dort zu einer runden Masse, der sog. Latebra, sich ausweitet. Ohne Zweifel hat diese, den Eiern zweier so weit auseinander stehender Thierclassen gemeinsame Erscheinung einen und denselben physiologischen Grund; hier wie dort wird ihr Auftreten mit der Bildung des Dotters und dem Wachsthum des Eies zusammenhängen. — Eine bei Fröschen unterhalb der Keimschicht beobachtete, durch Pigment markierte Figur von ähnlicher Form scheint eine andere Bedeutung zu haben, da sie dem Keimbläschen, wie schon K. E. v. Baer[1]) aussprach, ihre Entstehung verdankt. —

Die Körner der Keimscheibe, ferner die der Latebra und des Stieles sind zarte, rundliche oder leicht ovale Bläschen; diejenigen des übrigen Dotters dagegen erreichen eine ziemlich bedeutende Grösse und erscheinen meist als ovale, seltener als rundliche, kuchenförmige Gebilde. Selbstverständlich findet man an den Rändern der Keimscheibe und in der Umgebung der von ihr ausgehenden latebraartigen Bildung alle Uebergänge zwischen den Extremen. Drückt man ein grosses Dotterkorn mit dem Deckglas, so platzt es auf höchst eigenthümliche Weise, Fig. 4; doch tritt kein flüssiger Inhalt aus den Rissen aus. Unregelmässige, grosse Dotterschollen, wie sie Spengel[41]) aus jungen Caecilieneiern beschreibt, haben wir bei Ichthyophis nicht gesehen. —

Das Keimbläschen stellt in reifen Eiern ein abgeflachtes und sehr feinkörniges Gebilde dar, ohne scharfe Grenzen und besonderer Keimflecke entbehrend. In Jüngeren hingegen sind, wie auch Spengel erwähnt, deutliche Keimflecke in grösserer Zahl vorhanden; auch hat dann das Keimbläschen einen scharfen Contour, und sein Inhalt zeigt die bekannte netzförmige Anordnung.

Das ganze Ei wird von einer starken, wohl als Dotterhaut zu deutenden Membran umschlossen. Pigment, wie es in den Eiern der meisten Anuren und vieler Urodelen in bedeutender Ausdehnung vorkommt, fehlt dem Eie von Ichthyophis vollkommen.

Sobald die Eier in die Oviducte getreten sind, werden sie von Eiweiss umhüllt und zwar so, dass alle Eier eines Eileiters von einem gemeinsamen Eiweissschlauch umschlossen, wie Perlen an einer Schnur aufgereiht werden. Die jedem Eidotter zunächst auflagernde Eiweissschichte bildet eine zähe Membran, welche an den beiden Eipolen vom Dotter sich abhebt und strangförmig sich auf das nächstfolgende und nächstvorhergehende Ei fortsetzt. Diese Stränge zeigen eine ausgesprochene spiralige Drehung, Fig. 5 und 6 ch, und zwar ist der Strang des einen Poles in entgegengesetzter Richtung gedreht als der des Anderen. Wir haben also eine ächte Chalazenbildung vor uns, wie sie unseres Wissens sonst nur im Eie der Vögel vorkommt.

Der Dotter des Hühnereies wird bekanntlich umschlossen von einer zähen, der Dotterhaut anhaftenden Eiweisslage, membrana chalazifera, welche an den zwei Polen vom Dotter sich abspinnt und sich in zwei in entgegengesetzter Richtung spiralig gedrehte Ausläufer, die Chalazen, fortsetzt. Nach Kölliker[20]) reicht die gegen den spitzen Eipol gerichtete Chalaze bis zur dichteren mittleren Eiweisslage des Eies und haftet dieser etwas an, während die Andere mehr frei im inneren flüssigen Eiweiss flottiert; bei Ichthyophis dagegen setzen sich die Chalazen von einem Ei zum Anderen fort, sie Alle zu einer Kette vereinigend.

Um den Dotter und die Chalazen werden vom Oviducte noch weitere Eiweisslagen abgeschieden, welche an der Drehung nicht participieren, sondern einen ungedrehten Schlauch um die gesammte Eierkette bilden. Es scheint also diese äussere Lage erst im untersten Theile des Eierleiters geliefert zu werden, wo die drehenden Kräfte nicht mehr auf sie einwirken können; möglich auch, dass dieses äussere Eiweiss, so lange es im Eileiter sich

befindet, so dünnflüssig ist, dass es sich nicht in Stränge ausziehen lässt und dann erst beim Ablegen der Eier erhärtet. —

Die erwähnte äussere Eiweissschichte mag etwa eine Mächtigkeit von 1 mm erreichen; in der Fig. 7, welche ein eben abgelegtes Ei in natürlicher Grösse wiedergiebt, ist sie etwas zu dünn ausgefallen, da die Zeichnung nach einem Spirituspräparat angefertigt wurde. Diese Hülle ist übrigens sehr zähe und schwer wegzupräparieren; daher legt sie der Conservierung der ersten Stadien viele Schwierigkeiten in den Weg. Aus der Figur erhellt auch, dass die Eier, welche im Ovarium eine ausgesprochen ovale Form besassen, später eine kugelige Gestalt gewinnen.

Wenn wir nach der Ursache der Chalazenbildung fragen, so ist natürlich die erste Bedingung für ihr Zustandekommen die in Spiralen verlaufende peristaltische Bewegung des Eileiters, welche die Eier zwingt, sich um ihre eigene Axe zu drehen. K. E. v. Baer[2]) nahm dann ferner an, um die spiralige Aufrollung der Stränge zu verstehen, dass entweder die Dotterkugel sich drehe bei Zurückbleiben der Eiweissschnüre oder umgekehrt die Eiweissschnüre bei Verzögerung der Bewegung des Dotters. Kölliker[20]) dachte sich die Sache so, dass die weiche Eiweisshülle um den Dotter rascher gedreht werde, als der Dotter sich bewege, was das Sichausziehen des Eiweisses an beiden Enden zu den Chalazen und die Drehungen derselben in entgegengesetzten Richtungen bewirke.

Wir sind nun der Ansicht, dass es nicht nothwendig sei, eine verschieden rasche Bewegung des Dotters und der Eiweissschnüre anzunehmen, sondern es drehen die peristaltischen Bewegungen des Oviductes den Dotter sowohl wie die Schnüre mit gleicher Geschwindigkeit. Da aber selbstverständlicher Weise die Zahl der Umdrehungen eines Punktes um eine Axe bei einer gegebenen Geschwindigkeit um so grösser ist, je kleiner sein Radius, so müssen solche Punkte, welche der Drehungsaxe näher liegen als Andere, einen vollständigen Weg um dieselbe in einem Zeitabschnitt zurücklegen, in welchem ihr ferner stehende Punkte erst einen Theil ihrer Kreisbahn vollendet haben.

In unserem Falle nun haben diejenigen Punkte, welche auf der Peripherie des grossen Dotters liegen, einen weiteren Weg zurückzulegen, als die der Axe näher liegenden Punkte an der Peripherie des die Eier verbindenden dünnen Schlauches, und daraus folgt, dass diese letzteren Punkte bei gleicher Drehungsgeschwindigkeit mehr Umdrehungen in einer gegebenen Zeit vollführen als das grosse Ei. Dies zugegeben, muss der dünne Verbindungsstrang der Eier, welcher nicht starr, sondern wie eine Schnur drehbar ist, naturgemäss sich aufwickeln und zu einer tordierten Chalaze werden.

Bekanntlich werden bei zahlreichen Amphibien die Eier durch das Eiweiss der Oviducte zu Schnüren verbunden; doch sind sie darin meistens in unregelmässiger Weise an und neben einander gekittet. Eine rosenkranzartige Anordnung der Eier dagegen wie bei Ichthyophis ist eine seltene Erscheinung. Von Alytes obstetricans hat Vogt[43]) ein solches Verhältniss beschrieben; er erwähnt, dass sich die einzelnen Eier in grösseren Abständen folgen und durch dünne, aus Eiweiss gebildete Stränge, die an der Luft zu zähen

Schnüren erhärten, unter einander verbunden werden. Allein auch bei Alytes fehlt die für Ichthyophis so charakteristische Spiraldrehung der Verbindungsstränge. —

Fassen wir, bevor wir weitergehen, das über das Ei Gesagte noch einmal zusammen, so erhalten wir das bemerkenswerthe Resultat, dass die Eier des Ichthyophis eine bedeutende Aehnlichkeit zeigen mit den Eiern kleiner Sauropsiden. Schon die Grösse des gelben Dotters mit seiner weissen Keimscheibe musste auf den ersten Blick einen solchen Vergleich nahe legen. Aber auch die genauere Untersuchung hat Verhältnisse aufgedeckt, welche im Gebiete der Sauropsiden und specieller noch bei Vögeln ihre Analoga besitzen, wir meinen die Eiweisschalazen und die latebraartige Bildung im Innern des Dotters.

Im übrigen Kreise der Amphibien finden wir in der Regel Eier von ziemlich unbedeutendem Kaliber, wenn auch solche von ansehnlicherem Umfang keineswegs zu den Seltenheiten gehören. Schon durch Rusconi, dessen seltenes Werk uns leider hier nicht zugänglich war, erfahren wir, dass der gefleckte Salamander 5 mm im Durchmesser haltende Dotter, ferner durch F. E. Schulze[40]) und Fräulein von Chauvin[11]), dass Proteus anguinus 3—4 mm grosse besitzt, und auch unter Anuren erreicht der Laich mancher Formen ähnliche Dimensionen. Die durch grosse Eier ausgezeichneten Batrachier legen dann stets nur eine beschränkte Anzahl auf einmal ab und besitzen fast ausnahmslos besondere Einrichtungen der Brutpflege, während Diejenigen, welche ihren Laich einfach in's Wasser absetzen, meist recht kleine, dafür aber sehr zahlreiche Eier producieren.

Immerhin aber ist die Grösse des Ichthyophiseies unter Amphibien eine exceptionelle, und die Geschichte der Embryonalbildung wird uns fernerhin lehren, dass wir hier Verhältnisse vor uns haben, welche vom allgemeinen Schema der Amphibienentwicklung in wesentlichen Punkten abweichen.

## BEFRUCHTUNG UND BRUTPFLEGE.

Die Befruchtung des Ichthyophiseies erfolgt innerlich, wie es schon bei der starken Entwicklung der männlichen Begattungsorgane konnte erwartet werden. Wir fanden die mit undulierender Schwanzmembran versehenen Spermatozoen bei geschlechtsreifen Weibchen in grosser Zahl in der Kloake sowohl, als noch eine gute Strecke weit in die Müller'schen Gänge vorgedrungen.

Kurz nach der Befruchtung bereitet sich das trächtige Weibchen zur Eiablage vor; es gräbt sich zu diesem Zwecke in der Nähe irgend eines fliessenden Wassers in der feuchten Erde ziemlich nahe der Oberfläche eine kleine Höhlung, um darin seine Eier abzusetzen. Beim Laichen verwickeln sich die beiden Eischnüre unter einander zu einem

viel verschlungenen Knäuel; ob dies blos zufällig geschieht beim Austreten der Eiketten aus den Oviducten, oder ob die Mutter selber an der Bildung dieser Klumpen sich betheiligt, wissen wir nicht, da wir naturgemäss nie Gelegenheit hatten, das in unterirdischer Höhle stattfindende Eierlegen zu beobachten.

An der Luft verwandeln sich dann nach einiger Zeit die Verbindungsstränge, wie auch die äussersten Eiweisshüllen der Eier in eine zähe, gelbliche Substanz. Dabei verkitten sich im Innern des Knäuels die Schnüre unter einander zu einer compacten, nicht mehr entwirrbaren Masse, welche den ganzen Klumpen auf's Festeste zusammenhält. Die beiden Figuren 8 und 9, von denen die Eine ein Häufchen eben erst abgelegter Eier, die Andere ein solches mit schon weit entwickelten Embryonen darstellt, erläutern dieses Verhältniss besser, als viele Worte es thun könnten.

Das Weibchen verlässt seine Brut nicht mehr, sondern hält mit seinem Körper das Eierklümpchen innig umschlungen und übernimmt so bis zum Ausschlüpfen der Embryonen die Brutpflege. In der ersten Figur hat Maler Mützel nach einer von uns angefertigten Skizze ein brütendes Thier in seiner Erdhöhle dargestellt.

Die Vortheile einer solchen Brutpflege können mannigfaltige sein: erstlich hält das Weibchen auf diese Weise die Eier in gleichmässiger Feuchtigkeit, und einer solchen bedürfen dieselben jedenfalls zu ihrer Entwicklung, da Trockenheit sowohl, als allzu grosse Nässe schädlich wirken müssen. Ferner wimmelt der Boden, in welchem die Ichthyophis leben, von einer grossen Anzahl wühlender Schlangen und anderer Räuber aus den verschiedensten Classen des Thierreiches, und allen Diesen würden die zarten Eier eine willkommene Speise sein. Die Anwesenheit des Mutterthieres schützt dagegen die Brut vor den Angriffen manches beutelustigen Feindes.

Drittens, und das ist vielleicht das Wichtigste, scheinen vom brütenden Weibchen immer noch Nährstoffe den Embryonen zugeführt zu werden; denn es dünkt uns sonst kaum erklärlich, dass ein fertig entwickelter, aus der Eihülle herauspräparierter Embryo fast viermal so schwer ist als das frisch gelegte Ei. Die Eier selbst erleiden während der Entwicklung eine bedeutende Vergrösserung, indem der Durchmesser eines Eies, welches einen reifen Embryo enthält, fast das Doppelte des Ursprünglichen beträgt. Dabei ist jedenfalls Wasser in grossen Quantitäten aufgenommen worden; immerhin aber scheint es kaum wahrscheinlich, dass die ganze starke Gewichtszunahme der Embryonen nur der Aufnahme von Wasser zuzuschreiben sein sollte; es liesse sich ja schon denken, dass das Secret der zahllosen Hautdrüsen unseres Thieres zu einer Ernährung der Brut könnte verwendet werden. Jedenfalls ist zu constatieren, dass Weibchen, welche schon einige Zeit lang ihrem Brutgeschäft obgelegen haben, ausserordentlich mager und so matt sind, dass sie, wenn man sie von den Eiern entfernt, anfangs kaum im Stande sind, sich vorwärts zu bewegen. Mangel an Nahrung kann natürlich zu dieser Erscheinung ebenfalls viel beitragen. Ferner haben wir zu unserem Leide erfahren, dass ein Häufchen Eier, welches uns zur Zeit, als wir von der Brutpflege noch keine Kenntniss hatten, war zugetragen

worden, sich nicht weiter entwickelte und sehr rasch durch Pilze zu Grunde gieng, obschon wir ihm, wie wir glaubten, günstige Lebensbedingungen bereitet hatten. Demnach würde die Brutpflege nicht nur zum Schutze der Eier und zur Regulierung der Feuchtigkeit dienen, sondern sie hätte noch ausserdem eine wichtige Rolle bei der Ernährung zu spielen; doch dürfen wir begreiflicherweise diesen letzteren Punkt nur als wahrscheinlich, nicht als bewiesen hinstellen.

## ENTWICKLUNG DER AEUSSEREN KOERPERFORM.

Bei der absoluten Neuheit des Stoffes wird es wohl gerechtfertigt erscheinen, wenn wir, bevor wir uns in eine detaillierte Beschreibung einlassen, zuerst einen allgemeinen Ueberblick über die Entwicklung der äusseren Form unseres Thieres zu geben versuchen, und so wollen wir in diesem ersten Theile unserer Arbeiten an Ichthyophis, soweit es irgendwie thunlich ist, blos auf diejenigen Verhältnisse uns einlassen, welche ohne Anwendung der Schnittmethode zu constatieren sind. In späteren Abschnitten gedenken wir dann die Entwicklung einzelner Organsysteme genauer zu verfolgen. Wir wissen wohl, dass in der Reihe unserer Entwicklungsstadien manche erhebliche Lücke sich findet; aber bei der grossen Seltenheit des Materials und der bedeutenden Schwierigkeit seiner Beschaffung dürfen wir uns überhaupt glücklich schätzen, die Frage der Blindwühlenentwicklung, wenn auch nur in allgemeinen Zügen, für die Wissenschaft gelöst zu haben.

Wie schon erwähnt, werden die Eier von Ichthyophis noch innerhalb des mütterlichen Körpers befruchtet, und so verläuft auch der Furchungsprocess noch während des Aufenthaltes der Eier in den Oviducten. Trotzdem wir mehrere Hunderte geschlechtsreifer Weibchen geöffnet haben, ist es uns doch nur ein einziges Mal gelungen, in den Eileitern Eier aufzufinden. Offenbar geschieht also die Wanderung durch die Oviducte in ausserordentlich kurzer Zeit, und so sind uns leider nie die allerersten Furchungsstadien zu Gesicht gekommen. An den Eiern des eben erwähnten einzigen Fundes war äusserlich von der Furchung bereits nichts mehr wahrzunehmen; die Keimscheibe erschien einförmig weisslich ohne eine Spur von Furchungslinien, und nur das Fehlen des Keimbläschens unterschied sie äusserlich von der gleichen Bildung im reifen Eie des Ovariums.

Um zur Klarheit zu kommen, mussten daher unbedingt Schnittserien durch die Keimscheibe angefertigt werden, und Fig. 29 Taf. III giebt einen solchen Schnitt durch dieses Stadium wieder. Als interessantestes Resultat erhellt daraus, dass die Furchung des Ichthyophiseies eine rein partielle ist, indem nur an der Keimscheibe der Theilungsprocess sich abspielt. Unwillkürlich erinnert unsere Figur an die bekannten Bilder einer Vogel- oder Reptilienkeimscheibe. Oberhalb einer Keimhöhle sehen wir Zellen in mehr-

fachen Lagen, von denen namentlich die Aeusserste schon eine recht regelmässige Anordnung angenommen hat. An den Rändern erkennt man die Keimwälle und den allmähligen Uebergriff der Furchung in immer grobkörnigere Partieen des Dotters, wobei auch die Grösse der Theilstücke immer erheblicher wird. Vom Boden der Keimhöhle knospen stets neue Zellen sich los und lagern sich dem Blastoderm an, während freie Kerne überall zerstreut im Boden der Keimhöhle sowohl, als in der Umgebung der Keimränder, in grosser Zahl sich finden. Der übrige Dotter ist völlig ungetheilt und verhält sich in diesem Stadium ganz gleich wie der Dotter anderer meroblastischer Eier. —

Die Eier der Amphibien gelten bekanntlich im Allgemeinen für rein holoblastisch. Wenn auch vom Frosch schon K. E. v. Baer[1]) erwähnt hat, es sei augenscheinlich, gleichsam mit Fracturschrift geschrieben, dass bei aller Regelmässigkeit der Theilungen die Massen um so grösser werden, je weiter sie nach unten liegen, so wird doch immerhin das Ei durch die ersten Furchen in eine Anzahl vollständig von einander getrennter Theilstücke zerlegt. Schon etwas anders verhalten sich die dotterreichen Eier der Salamandra maculosa. So glaubte Leydig[22]) aus Betrachtung der Figuren Rusconi's folgern zu sollen, dass nur eine partielle Furchung bei diesem Thiere stattfinde. Benecke[5]), der selbst die Furchung des Salamandereies studierte, berichtet darüber, dass allerdings die erste und zweite Furche anfangs nur ein kleines Kreuz auf dem activen Pole bilden, dass ferner eine Aequatorialfurche nicht auftrete, dass aber, nachdem die weisse Calotte des activen Poles in circa 30 Segmente zerfallen sei, die erste Furche sich doch bis zum Gegenpole verlängert habe und dort etwas später von der zweiten Furche geschnitten werde. Damit aber reiht sich die Furchung des Salamandereies immer noch dem holoblastischen Typus an.

Dagegen kennen wir ein der meroblastischen Furchungsweise viel näher stehendes dotterreiches Ei von der Geburtshelferkröte. Vogt[43]) beobachtete, dass selbst die erste Furche nie das Ei vollkommen in zwei Hälften theilte, sondern stets mehr oder weniger gegen den unteren Pol des Eies hin sich verwischte und selten mehr als zwei Drittel der Dotterkugel umfasste. Alle folgenden Furchen zeigen sich nach Vogt nur auf der oberen Polhälfte, während die untere völlig glatt bleibt. Auch die Tiefe dieser Furchen ist nicht mehr so beträchtlich wie bei andern Amphibien, indem Vogt selbst nach Erhärtung nicht finden konnte, dass die Spalten weiter als höchstens ein Viertel des Eidurchmessers nach innen eindringen. A. de l'Isle[25]) lässt die Furchen nicht einmal so weit, wie Vogt angegeben, vorschreiten und sagt, dass jedenfalls Keine über die Mitte des Dotters hin ausreiche.

Die Furchung von Alytes führt uns also allmählig über zu dem endlich ganz meroblastischen Typus des noch weit voluminöseren Ichthyophiseies, wo auf der Keimscheibe allein der Furchungsprocess sich abspielt. Ueber dieselbe hinaus haben wir keine Furchungslinien verfolgen können. Wie erwähnt, ist der Keimpol des Ichthyophiseies, ganz wie Dies bei den Sauropsiden der Fall ist, schon lange vor dem Auftreten der Furchen vom Dotterpol durch seine weissliche Farbe kenntlich, während bei den andern Amphibien, selbst bei

Alytes, vor der Furchung der active Pol, wenn er nicht wie bei manchen Formen durch Pigment markiert ist, vom Entgegengesetzten sich nicht unterscheiden lässt. Aus den angeführten Fällen lässt sich auf's Klarste erkennen, wie bei wachsender Dottermasse das Protoplasma immer mehr an einem Pole des Eies sich concentriert, wodurch dann auch die Ausdehnung des Furchungsprocesses immer mehr beschränkt wird. —

Gleich nach Ablauf des eben beschriebenen Stadiums wird der Laich in die Erde abgelegt; denn kurz nach dem Funde in den Oviducten erhielten wir aus der Erde ein Klümpchen Eier, die in ihrer Entwicklung sich unmittelbar an die Obigen anreihten. Nicht alle Eier dieses Klümpchens waren gleich weit vorgeschritten, so dass wir für diese frühen Stadien eine hübsche Serie gewinnen konnten, Taf. II, 10—16.

Das jüngste Stadium dieses Eierhäufchens giebt Fig. 10 wieder; man erkennt daran nichts als eine graue, durch die Behandlung unregelmässig geschrumpfte Keimscheibe, umgeben von einem helleren Gürtel, dem Keimwall. —

Interessant ist hingegen das nächstfolgende Stadium, Fig. 11. Hier hat sich auf der Keimscheibe ein längliches Embryonalschild abgegrenzt, dessen hinteres Ende durch eine tiefe, quere Furche bezeichnet wird. Die seitlichen Theile dieser Furche krümmen sich in leichtem Bogen nach hinten; ihr vorderer Rand ist stark aufgewulstet, und von ihm aus ragen zwei durch eine longitudinale Grube getrennte Zapfen nach vorne. Diese zwei Buckel sind die ersten Anlagen der Rückenwülste, und die sie scheidende Grube, welche von der Querfurche durch einen schmalen Wall getrennt ist, stellt die beginnende Rückenrinne dar. Der hintere Rand des Querschlitzes ist nicht wulstig erhoben, sondern wir begegnen hier einer sich allmählig in die Tiefe senkenden Fläche. Gegenüber der Anlage der Rückenrinne bemerkt man auch am hinteren Rande der Querfurche die Spur einer nach rückwärts streichenden grubenartigen Einsenkung (Primitivrinne?).

Die Dimensionen der Querfurche sind recht bedeutende; in unserem Stadium erreicht sie eine Ausdehnung von wenigstens $1^1/_2$ mm.

Es ist selbstredend, dass wir in dieser tiefen Spalte diejenige Bildung vor uns haben, welche als Prostoma von manchen Autoren aufgefasst wird, und höchst auffallend erscheint die Uebereinstimmung unserer auf ein Amphib sich beziehenden Figur mit den durch Kupffer[21]) von Sauropsiden beschriebenen Entwicklungsstadien. Ja es lassen sich manche von Kupffer gewonnene Zeichnungen fast direct auf das eben besprochene Bild von Ichthyophis beziehen, und ebenso verhalten sich Längsschnitte durch dieses Stadium fast identisch wie die Kupffer'schen durch die Reptilienkeimscheibe. Allein wir wollen unserer jetzigen Aufgabe treu bleiben und uns einstweilen nicht auf die innere Anatomie unserer Entwicklungsstadien einlassen, sondern vorerst uns lediglich mit der Betrachtung der Oberfläche begnügen.

Etwas weiter vorgeschritten ist das Stadium der Fig. 12. Das Embryonalschild ist hier, weil das Ei einige Verletzungen erlitten hatte, nicht klar zu erkennen. Die beiden im letzten Stadium blos als kleine Zapfen vorragenden Rückenwülste sind viel mächtiger

geworden; nach vorne zu sind sie in die Länge gewachsen, und hinter der Prostomspalte, oder wie wir sie von jeder Speculation einstweilen absehend lieber nennen wollen, der „hinteren Embryonalgrube“, haben sie sich im Bogen vereinigt. Die Rückenrinne hat sich verschmälert und ist nach hinten in Verbindung getreten mit der Embryonalgrube. Letztere beschreibt nicht mehr wie früher eine Bogenlinie, sondern setzt sich aus zwei unter einem sehr stumpfen Winkel an einander stossenden Schenkeln zusammen. Die seitlichen Enden der zwei Schenkel zeigen eine leichte Gabelung. Gegenüber der Einmündungsstelle der Rückenrinne streicht noch eine leichte Furche caudalwärts. Das ganze Bild stellt somit ein Kreuz vor mit einem längeren, nach der Mitte der Keimscheibe strebenden und einem kürzeren, distalwärts laufenden Schenkel. Die Kreuzfigur sowohl, als die Gabelung der Querfurche sind von Kupffer auch bei Sauropsiden beschrieben worden.

Deutlicher als in den eben geschilderten Stadien tritt in Fig. 13 die runde Keimscheibe hervor, und auf ihr excentrisch gelegen das Embryonalschild, welches hier von rundlicherer Gestalt als früher erscheint. Die Rückenwülste sind nun ausserordentlich klar zu erkennen; ihre vorderen buckelförmigen Enden ragen über das Schild noch hinaus, während sie hinten im Bogen die Embryonalgrube umschliessen. Diese ist kleiner als sie früher gewesen, und ihre nun kürzer gewordenen Querschenkel zeigen keine Gabelung mehr. Ihr vorderer Rand dagegen ist immer noch durch einen steilen Wulst bezeichnet, und die hintere Begrenzung bildet wie früher eine sacht abfallende Fläche. Die stark ausgeprägte Rückenrinne ist mit der Embryonalgrube noch in Verbindung, während der caudale Schenkel der früheren Kreuzfigur gänzlich verschwunden ist.

Dem eben geschilderten Stadium ganz nahe steht das der Figur 14. Nur beschreiben die beiden Rückenwülste zusammen eine mehr oder weniger deutlich leierförmige Figur, indem eine leichte Einschnürung aufgetreten ist, die wahrscheinlich eine Trennung des Kopftheiles von einem Rumpftheil andeutet. Die Rückenrinne ist von der Embryonalgrube wieder wie anfänglich in Fig. 11 durch einen kleinen Wulst getrennt und zeigt namentlich im Rumpftheil eine ziemlich beträchtliche Erweiterung. Die Embryonalgrube hat, wie die Figur erkennen lässt, wieder eine etwas andere Form angenommen, und die Wülste, die sie umschliessen, erscheinen gegen früher sehr stark verschmälert.

Ganz ähnlich verhält sich das nächstfolgende Stadium Fig. 15; es sind lediglich die Rückenwülste noch mehr in die Länge gewachsen, und in gleicher Weise ist auch das Embryonalschild grösser geworden. Deutlich erscheint nun die schon erwähnte Einschnürung hinter dem vorderen Ende der Wülste und die beiden über das Embryonalschild hinausragenden Buckel. Wie früher ist die Rückenrinne am breitesten in der Nähe der Embryonalgrube an der Stelle, wo auch die Wülste ihre grösste Mächtigkeit erreichen. An der Grube selbst und ihrer Begrenzung ist kaum eine Aenderung eingetreten. —

Eine ziemlich beträchtliche Lücke liegt zwischen dem Stadium 15 und dem nächst Folgenden 16; doch lassen sich immerhin die einzelnen Theile noch ohne grosse Schwierigkeit aufeinander beziehen. Die Embryonalgrube besteht noch in fast ebenso starker Ausdehnung

wie früher; nur hat sich die Gestalt ihres vorderen Randes etwas verändert, indem derselbe nun einen caudalwärts vorspringenden Bogen bildet. Erheblich anders ist dagegen das Aussehen desjenigen Theiles der Embryonalanlage geworden, welcher vor der früher erwähnten leichten Einschnürung der Rückenwülste gelegen ist. Dieser hat sich zu einer kleinen Platte, der Kopfplatte, erweitert, an welcher einige paarige Ausbuchtungen in die Augen fallen. Das vorderste, durch eine Grube getrennte Paar derselben muss als Vorderhirnregion, die darauf folgende mächtigste Ausweitung als Mittelhirngegend und das ganz schwache dritte Paar als Hinterhirnanlage gedeutet werden. Der ganze Kopftheil ist von einem neu aufgetretenen Hofe eingefasst, dessen Ränder leicht umgebogen im früheren Schilde sich verlieren. Dieses Letztere hat seine Form etwas verändert und eine mehr eiförmige Gestalt gewonnen. Die Rückenrinne zeigt an zwei Stellen erhebliche Verbreiterungen, erstlich in der Nähe der Embryonalgrube wie schon in früheren Stadien und ferner in der Region des Mittelhirns. Zwischen diesen beiden Stellen ist sie nur als ziemlich schwache Furche zu erkennen.

Die bis jetzt beschriebenen Stadien sind, wie erwähnt, Alle aus einem einzigen Eierklümpchen gewonnen worden; mit der nächstfolgenden Fig. 17 hingegen beginnt eine Reihe, die einer andern Laichmasse entstammt. Leider ist der Schritt von Fig. 16 zu 17 ein ziemlich erheblicher, und namentlich bleiben wir in einiger Unsicherheit bei der Vergleichung der den Embryo umschliessenden Höfe. Aeusserst wahrscheinlich aber ist das vordere, den Embryo kragenförmig umschliessende Schild, welches nach hinten allmählig sich verliert, aus dem die Kopfplatte der Fig. 16 umsäumenden Hofe hervorgegangen. Schwieriger zu entscheiden scheint uns die Frage, ob der hintere grosse Hof, welcher sich in diesem Stadium auch noch weit über die Embryonalgrube hinaus distalwärts erstreckt, das frühere Embryonalschild repräsentiert oder dieses blos einschliesst. —

Der Embryo selbst hat sich gegenüber von früher bedeutend in die Länge gestreckt, ja selbst noch mehr, als es auf unserer Figur der Fall zu sein scheint. Die Embryonalgrube ist noch vorhanden, aber in weit kleineren Dimensionen als früher, und eine Umschliessung derselben durch die Rückenwülste ist nicht mehr zu constatieren. Vielmehr sieht man den Wall, welcher vorne die Grube begrenzt, sich auf jeder Seite hakenförmig nach vorne krümmen. Die Rückenwülste sind lang und schmal, und in ihrem ganzen Verlauf erkennt man die Medullarrinne. Am Kopftheil, an welchem diese Letztere äusserlich nicht mehr erkennbar ist, haben sich die einzelnen Regionen schon recht scharf gesondert. Deutlich gewahrt man das Vorderhirn mit den primitiven Augenblasen, hierauf folgend das Mittelhirn und endlich als kleinere Anschwellung die Hinterhirngegend. Urwirbel sind äusserlich nicht zu erkennen, sind aber, wie Schnitte lehren, in Wirklichkeit schon in grosser Zahl vorhanden.

Das Bild 18 zeigt denselben Embryo mit den ihn umgebenden Höfen in seinem Verhältniss zur Dotterkugel dargestellt; man ersieht daraus, dass derselbe noch nicht ganz die Hälfte des Eies bedeckt. Aus einer Längschnittserie durch einen Embryo des gleichen Stadiums mit seinem zugehörigen Dotter ist die schematische Figur, Taf. III 19, construiert

worden; auf dem grossen gelben Dotter auflagernd erkennt man leicht den Embryo mit der hinteren Embryonalgrube an seinem caudalen Ende und einer vorderen Einsenkung vor der Anlage des Kopfes. Was uns aber in diesem Stadium besonders interessiert, ist das Verhalten des Dotters. Erstlich ist zu sehen, dass die Umwachsung desselben noch lange keine vollständige ist; wohl trifft man in der Gegend des Dotterpoles freie Kerne an, aber es sind dort noch keine den Dotter umschliessende Zellen vorhanden. Ferner ist zu bemerken, wie unterhalb der Embryonalanlage die Zelltheilung in den Dotter vorschreitet, und wie die Theilstücke immer grösser werden, je weiter nach innen zu sie liegen. Im Ganzen ist übrigens erst eine im Verhältniss zur Dottergrösse sehr schmale Rindenzone durchfurcht worden, während die centralen und die dem Dotterpol nahe liegenden Eipartieen völlig ungetheilt geblieben sind. Freie Kerne sind in grosser Zahl verbreitet, nur gegen die centralen Eitheile hin werden sie seltener und seltener. Es entspricht dieses Weiterschreiten der Zelltheilung in den Dotter ohne Zweifel der bei Sauropsiden aufgefundenen und als secundärer Furchungsprocess bezeichneten Erscheinung.

In Fig. 20 ist ein kleiner Theil des unterhalb des Embryos liegenden Dotters genauer wiedergegeben; man erkennt die unregelmässigen, polyedrischen Blöcke, in welche der grobkörnige Dotter zerfällt und eine Menge Kerne in den Theilstücken sowohl als frei in ihrer Umgebung. —

Doch kehren wir zum Embryo selbst zurück, den wir im Stadium der Fig. 17 verlassen haben, und dessen nächste Entwicklungsstufe die Fig. 21 uns vorführt. Die den Embryo umgebenden Höfe verhalten sich noch sehr ähnlich wie früher; nur ist die den Embryo des letzten Stadiums blos kragenförmig umschliessende Falte nach hinten gewachsen und mit derjenigen der anderen Seite in Verbindung getreten. Die hintere Embryonalgrube ist immer noch offen, wenngleich schon wieder etwas weniger als in Fig. 17. Der Rumpftheil der Embryos hat sich noch mehr in die Länge gestreckt; in seinem ganzen Verlaufe erscheint die Rückenrinne blos als schwach durchschimmernde Linie erkennbar. Ferner treten die im letzten Stadium von aussen noch nicht sichtbaren Urwirbel deutlich hervor.

Noch beträchtlicher sind die Veränderungen, welche der Kopftheil erlitten hat. Das Vorderhirn mit den Augenblasen hat bereits eine Beugestellung angenommen, so dass nun das Mittelhirn das vordere Ende der Embryonalaxe bildet, und fernerhin machen sich seitlich vom Hinterhirn die Anlagen der Gehörorgane bemerklich.

Wenn man den Kopf dieses Embryos von der Seite betrachtet, Fig. 22, so tritt die Beugestellung desselben noch klarer hervor, und die drei Gehirnabschnitte sind leicht zu unterscheiden. Am Augenblasen tragenden Vorderhirn erkennt man ferner, besonders leicht bei der Ansicht von unten, Fig. 23, zwei kleine Grübchen, die Anlagen der Geruchsorgane, und die am Hinterhirn sitzenden Ohrgruben sind sowohl bei der Seitenansicht, als auch bei Betrachtung des Kopfes von der Rückenfläche, Fig. 24, klar zu sehen. Die Seitenplatte des Kopfes (Kiemenplatte) stellt noch eine glatte Fläche ohne Bogen oder Spalten dar.

Bei dem von unten dargestellten Kopf eines ungefähr gleichweit entwickelten Embryos, Fig. 25, ist ausser der starken Krümmung des Vorderhirns mit seinen Augenblasen Nichts weiter zu bemerken, und ebenso bietet die Ansicht desselben von oben, Fig. 26, mit Ausnahme einer Anzahl aus der hintern Hirngegend entspringender Nerven nichts wesentlich Neues.

Dagegen zeigen sich bedeutendere Veränderungen am Kopfe des etwas älteren Embryos, Fig. 27: Das Vorderhirn mit den grossen Augenblasen hat sich stark eingefaltet und umgebogen, so dass die Riechgruben, welche anfangs einfach an der unteren Fläche des Vorderhirns gelegen hatten, in tiefe Buchten sind hineingeschoben worden. Gehörorgan und Urwirbel treten deutlich hervor. Fast das Gleiche gilt auch für den noch etwas älteren Kopf, Fig. 28, und es ist dabei noch zu bemerken, dass in diesem Stadium die hintere Embryonalgrube immer noch offen steht. —

Zwischen den Embryonen des eben hinter uns liegenden Stadiums und denen der nächsten Eierfunde haben wir wieder eine Lücke in unserem Material zu verzeichnen; denn das zunächst an das Vorhergehende sich Anschliessende ist die auf Tafel IV dargestellte Embryonenreihe.

Wir beginnen mit Fig. 30. Der Embryo ist gegenüber von früher wiederum gewachsen, er krümmt sich um den grossen, runden Dotter herum, so dass die Schwanzspitze beinahe den Kopf erreicht. Sehr stark prononciert zeigen sich die Scheitel- und die Nackenbeuge. Vom mächtigen Mittelhirn, welches am vorderen Ende der Embryonalaxe liegt, fällt der Vorderkopf unter rechtem Winkel ab, und an der Spitze dieses letzteren Theiles erkennt man eine der sich nun bildenden Vorderhirnhemisphären und lateralwärts von ihr die ungeheuer grosse Nasengrube. Ueber und etwas hinter derselben liegt das Auge, welches bereits mit einer Linse versehen ist. Auf das Mittelhirn folgt nach hinten die beträchtliche Einsenkung des vierten Ventrikels. Das Gehörorgan ferner tritt, da seine äussere Oeffnung sich geschlossen hat, seitlich vom Hinterhirn nicht mehr als Grube, sondern als kleiner Wulst hervor. Die meisten der eben angeführten Organe sind schon früher angedeutet gewesen; als neue treten nun in diesem Stadium die Visceralfortsätze hinzu, welche als starke, vorspringende Knötchen erscheinen. Auf den Ober- und Unterkieferfortsatz folgt der Hyoidbogen und dann drei Kiemenknötchen, von denen die zwei Ersten schon eine beträchtliche Grösse erreicht haben, während das Dritte erst als kleines Knöpfchen hervorragt.

Der Kopf desselben Embryos von der Ventralseite betrachtet, Fig. 32, zeigt die grosse Mundöffnung, umstellt von den kolbigen Enden der Ober- und Unterkieferfortsätze und vorne begrenzt vom Stirnnasenfortsatz; das Herz ist nur schematisch angedeutet worden.

Wenn man denselben Kopf von oben besieht, Fig. 33, erkennt man die Contouren des Mittelhirns und an den Seitenrändern die vorspringenden Visceralbogen; ferner erscheint der mächtige Sinus rhomboideus und seitlich davon die Gehörorgane; von vorne endlich, Fig. 34, sind die beiden noch kleinen Hemisphären mit den Nasengruben und am Zwischenhirn die Glandula pinealis zu sehen.

Die natürliche Grösse dieses Embryos mit seinem Dotter versinnlicht die Figur 31, und die Hinweisstriche zu den einzelnen eben besprochenen Organen finden sich an der nur in Umrisslinien gehaltenen Figur 35 angebracht, welche ein dem Vorhergehenden auf's Engste sich anschliessendes Stadium darstellt. In der That sind daran keine erheblichen Abweichungen vom Früheren zu constatieren; es sind blos die drei Kiemenknötchen ein bischen länger geworden; auch hat der Unterkieferfortsatz an Breite gewonnen, und sein unterer Rand ist leicht eingebuchtet, während der Oberkieferast sich noch ganz wie früher verhält. Das Herz wird durch das Oval h angedeutet. Nach aussen von ihm befindet sich eine andere kleine Hervorragung x, von der es höchst zweifelhaft ist, ob sie vielleicht für eine Spur einer vorderen Extremitätenanlage könnte angesprochen werden.

Wichtigere Veränderungen bringt das folgende Stadium, Fig. 36. Erstlich ist die Kopfbeuge eine andere geworden, und die Einbuchtung hinter dem Mittelhirn schneidet viel tiefer ein als früher. Dann aber sind an den Visceralfortsätzen sonderbare Erscheinungen aufgetreten. Während der Mandibularbogen mit seinem Oberkieferfortsatz und ebenso der Hyoidbogen noch ungefähr gleiches Aussehen wie früher besitzen, sind die zwei folgenden Knoten bedeutend in die Länge gewachsen und krümmen sich nach auf- und rückwärts. Und damit beginnt die Bildung der für die Deutung der Stellung, welche den Caecilien im System der Amphibien zukommt, so wichtigen äusseren Kiemen. Der dritte Kiemenfortsatz ist immer noch ausserordentlich klein und wird durch die beiden Vorderen dem Auge entzogen. Auch bei der dorsalen Ansicht des Kopfes, Fig. 37, sind die beiden umgebogenen Kiemenfortsätze klar zu sehen, ferner das Dach des vierten Ventrikels, die Ohrenanlagen und die Medulla oblongata.

Im Stadium 30 erschienen alle Visceralfortsätze, der mandibulare, der hyoide und die Kiemenknoten von völlig gleichem Aussehen; im Stadium 36 krümmen sich zwei derselben plötzlich nach hinten und oben, um zu äusseren Kiemen zu werden, und so drängt sich die Frage auf, ob nicht phylogenetisch alle die Fortsätze, auch die Vorderen, die Bedeutung von äusseren, die grosse Schlundöffnung umstellenden Kiemenbildungen besitzen könnten? Allein wir wollen nicht über die Aussprache dieser Vermuthung hinausgehen und in späteren Abschnitten wieder darauf zurückzukommen suchen.

Trotz der ziemlich erheblichen Kluft zwischen den eben besprochenen Bildern und dem Stadium der Figur 38 müssen wir uns doch direct zur Beschreibung dieser Letzteren wenden, da es uns nicht gelungen ist, Zwischenstufen zu erbeuten. Der Embryo ist nun schon so sehr in die Länge gewachsen, dass Kopf und Schwanz neben einander zu liegen kommen; der ganze Vorderkörper hat sich bereits vom Dotter abgehoben; der Kopf ist wohl ausgebildet, obschon noch weit von der definitiven flachen Form entfernt; vielmehr ist er höher als lang und stumpf. Das Auge ist ausserordentlich gross und rund mit weit geöffneter Pupille. Das am allermeisten in die Augen Fallende aber sind drei Kiemenfedern, welche jederseits am Halse sich erheben; was ihre Entstehung betrifft, kann es keinem Zweifel unterliegen, dass sie sich hervorgebildet haben aus den drei Fortsätzen, welche wir schon

bei Fig. 30 beschrieben haben, und von denen wir in Fig. 36 die zwei Stärkeren nach oben und hinten sich haben umbiegen sehen. Auch jetzt noch sind die zwei Vorderen weit grösser als der Dritte, der von Anfang an der schwächste gewesen ist. Diese drei Knötchen sind offenbar stark gewachsen und haben seitliche Divertikel getrieben, wodurch das ganze Gebilde das zierliche Aussehen einer Feder gewonnen hat.

Kaum weniger bemerkenswerth als die äusseren Kiemen sind die in diesem Stadium zuerst sichtbaren Hautsinnesorgane. Eine starke Seitenlinie läuft dem ganzen Körper entlang bis zur Schwanzspitze; ein Kränzchen von solchen Organen umgiebt ferner das grosse Auge, und von ihm aus zieht eine weitere Reihe zur Nasenöffnung hin; eine andere Linie beginnt an der Schnauze und läuft unterhalb vom Auge durch zur Kiemenbasis, von welch letzterer Stelle aus eine fernere Reihe zum Mundwinkel und von dort längs des Unterkiefers nach vorne strahlt. Die Anordnung dieser Sinnesorgane an der Kehle erläutert Figur 39, und die Abbildung 40 lässt die beiden Hauptlinien des Körpers von der dorsalen Seite her erkennen. Auf den Bau dieser Organe werden wir später ausführlich zurückkommen; hier nur noch die Bemerkung, dass die Einzahl der an jeder Seite des Körpers verlaufenden Linien sonst bei Amphibien nicht gewöhnlich ist, indem in der Regel mehrere über einander liegende Organreihen constatierbar sind [vide Malbranc[26])].

Am Schwanze unseres Embryos beginnt sich ein Flossensaum zu entwickeln, Fig. 41, und deutlich kann man an diesem Körpertheil die Muskelsegmente (Myomeren) erkennen, wie dies in gleicher Weise bei den Larven anderer Amphibien der Fall ist.

Etwas weiter entwickelt ist der Embryo, Fig. 42, Taf. V; namentlich hat der Kopf, indem er flacher und länger geworden, mehr die definitive Form angenommen; der Embryo sitzt noch immer mit einem grossen Theile seines Körpers dem mächtigen gelben Dotter breit auf, welchen ein ausserordentlich reiches Gefässnetz zierlich umspinnt. Der Dotter hat in diesem Stadium eine Torsion erlitten, und wenn wir ihn mit dem Dotter früherer Stufen vergleichen und ihn nach Abtrennung des Embryos wägen, so ergiebt sich auffallender Weise, dass er weder an Grösse noch an Gewicht sich erheblich verändert hat; ja bei manchenEmbryonen scheint er sogar etwas voluminöser als früher zu sein. Dieses Letztere lässt sich allerdings nicht sicher constatieren, da die Dottermasse erheblichen individuellen Schwankungen unterworfen ist. Immerhin ist soviel sicher, dass der Embryo riesig gewachsen ist, ohne den Dotter merklich zu consumieren, und so wollen wir hier noch einmal auf die Bemerkungen über die Brutpflege verweisen. Die Eihülle ist in diesem Stadium sehr stark ausgedehnt, was ohne Weiteres klar wird, wenn man erfährt, dass der aus einem Ei herauspräparierte Embryo der Fig. 43 in natürlicher Grösse dargestellt ist.

Dieses unendlich zierliche Geschöpf trägt jederseits am Halse einen Strauss von drei mit paarigen, zarten Fiedern geschmückten Kiemen, die in diesem Stadium noch weit vollkommener ausgebildet sind, als dies im Letzten der Fall gewesen. Im Leben sind diese Kiemenfedern schön blutroth gefärbt, ganz wie das Bild es zeigt, welches unser singhalesischer Maler de Alwis mit grosser Naturtreue entworfen hat. In der Eiflüssigkeit

bewegen sich die Federn hin und her; ihre Grösse ist ungleich; die Längste schaut, wenn der Embryo aus dem Ei herauspräpariert im Wasser sich frei entfaltet, nach hinten, die Zweitlängste nach vorne und die Kürzeste nach oben. Diese Letztere ist, obschon sie ihrer Stellung nach die zweite zu sein scheint, doch in Wirklichkeit die dritte Kiemenfeder, während die lange, nach hinten schauende ihrer Ansatzstelle nach die Zweite und nicht die Dritte repräsentiert. Bei einem etwa 4 cm langen Embryo haben wir die Federn gemessen; die Längste war etwa 20, die Kürzeste nur etwa 9 mm lang. Die Körperfärbung dieser Embryonen ist graublau, am Bauche heller und längs des Rückens dunkler. Die beiden strohgelben Seitenbänder des erwachsenen Thieres fehlen noch; erst bei älteren Larven werden sie als blasse Streifen auf dem uniformen Grunde sichtbar. Die Augen dieser Embryonen sind relativ gross, und der gelbe Dotter ist noch in bedeutender Masse vorhanden.

Ausserordentlich wichtig ist die Beschaffenheit des Schwanzendes in diesem Stadium nicht blos des Flossensaumes halber, sondern vor Allem wegen des deutlichen Auftretens hinterer Extremitätenspuren. Figur 44 zeigt eine Schwanzspitze von der Seite, und da fällt ohne Weiteres ein kleiner, nach unten und vorwärts ziehender Wulst in die Augen, welcher auf nichts Anderes als auf eine hintere Extremität bezogen werden kann. Dasselbe Resultat wird aus der Betrachtung des Schwanzes von der Bauchseite her gewonnen, Fig. 45; zugleich erkennt man hier auch die wulstige Erhebung der Kloakenränder. —

Die Erscheinung der hinteren Extremitäten ist ausserordentlich flüchtig; schon im nächsten Stadium, Fig. 46, sind sie nicht mehr zu erkennen, und ebenso wenig waren sie bei früheren Embryonen zu sehen.

Von einer vorderen Extremität haben wir eine zweifellose Spur trotz wiederholten Suchens nicht auffinden können; aber nachdem wir nun das fast spontane Auftreten und Wiederverschwinden der hinteren Extremität kennen gelernt haben, lässt sich der Fall schon denken, dass uns vielleicht das für das vordere Beinpaar günstige Stadium nicht in die Hände gefallen sein mag. Das bei Fig. 35 erwähnte Knötchen wird wohl eher mit dem Herzen als mit einer Extremität etwas zu thun haben.

Erst nachdem der Embryo die beträchtliche Grösse der Figur 43 erreicht hat, beginnt er merklich den Dotter aufzuzehren, und im Stadium 46, in welchem das Thier schon zur enormen Länge von etwa 7 cm angewachsen ist, obschon es immer noch in der Eihülle eingeschlossen liegt, ist der Dotter völlig aufgenommen worden. Die Kiemen dieses Embryos haben sich schon um eine Kleinigkeit zurückgebildet, und an der Basis der hintersten Kiemenfeder bricht nun auf eine noch nicht näher untersuchte Weise ein Kiemenloch durch, Fig. 48.

Wie der Embryo zusammengerollt in seiner stark ausgedehnten Eihülle liegt, lässt sich in Fig. 47 erkennen. Nachdem die Embryonen ungefähr die Länge von 7 cm erreicht, also etwa die Grösse der Figur 46 gewonnen haben, manchmal auch etwas früher, verlassen sie das Ei, welches in Folge des hohen Druckes der eingeschlossenen Flüssigkeit jedenfalls ausserordentlich leicht platzt.

Die ausgeschlüpften Thiere wählen sich Flüsse zu ihrem weiteren Aufenthalt. Da nun aber, wie oben erzählt wurde, die Ablage der Eier zwar in der Nähe von fliessendem Wasser, aber doch inmitten der festen Erde geschieht, so müssen die eben aus dem Ei getretenen Thiere nothgedrungen, um ihr Ziel zu erreichen, eine Wanderung unternehmen. Dabei werden jedenfalls die zarten äusseren Kiemen, sollten sie nicht schon beim Verlassen der Eischale abgefallen sein, weggestreift.

Ins Wasser gelangt werden nun unsere Thiere zu aalartig sich bewegenden Larven. Es besitzen dieselben jederseits ein Kiemenloch, in dessen Höhlung die Enden zweier Kiemenbogen sichtbar sind; aber es fehlen diesem Stadium sowohl äussere als innere Kiemenbildungen; die Lungen sind schon wohl entwickelt, und wir konnten an Larven, die wir lebend hielten, beobachten, dass sie von Zeit zu Zeit an die Oberfläche kamen, um Luft einzuziehen; daneben liess sich constatieren, dass sie Wasser einschluckten und dasselbe wieder durch die Kiemenlöcher ausströmen liessen; doch ist wohl sicher anzunehmen, dass dies blos zu Nährzwecken geschieht. Den Schwanz umgiebt ein Flossensaum, das Auge ist gross und deutlich, Tentakel sind noch nicht sichtbar.

Das Larvenleben im Wasser muss ziemlich lange dauern; denn wenn Figur 49 die Kleinste der von uns gefangenen Larven in natürlicher Grösse darstellt, so giebt Fig. 50 die Grösste, welche wir bekamen, wieder. Diese Letztere hat bereits eine Länge von etwa 17 cm, während die Kleinste nicht einmal die Hälfte davon erreicht hat, ja sogar, wie aus der Figur ersichtlich, noch etwas kleiner ist als unser grösster aus einem Ei herauspräparierter und in natürlicher Grösse dargestellter Embryo, Fig. 46. Absolut giltige Maasse können also nicht angegeben werden.

Mit Hautsinnesorganen sind diese Wasserbewohner reichlich versehen; dieselben sind leicht als weisse Punkte auf der grauen Haut zu erkennen; ihre Anordnung ist auf den Figuren 51 bis 54 dargestellt. Die Zahl der Sinnesorgane einer Seite vom Kiemenloch bis zur Schwanzspitze beläuft sich bei einer Larve, wie die in Fig. 52 Dargestellte, auf etwa 50 Stück. Die Histologie derselben verschieben wir auf später.

Endlich schliesst sich das Kiemenloch der Larve, der Flossensaum schwindet, die Tentakeln, schon in der Larve angelegt, kommen zum Vorschein, die Haut erhält eine total neue Structur und aus der fischartig lebenden Larve wird ein wühlendes, unterirdisch lebendes Landthier, das sich seinem alten Elemente so sehr entfremdet, dass es, wenn zum Aufenthalt im Wasser gezwungen, schon im Laufe einer Nacht rettungslos zu Grunde geht.

# HISTORISCHE, SYSTEMATISCHE UND VERGLEICHENDE BEMERKUNGEN.

Was bis zur Zeit, da wir an die Entwicklungsgeschichte von Ichthyophis glutinosus traten, von der Fortpflanzung der Blindwühlen bekannt war, beschränkt sich auf Weniges:

Joh. Müller[29, 30, 31]) entdeckte die Larve von Ichthyophis glutinosus im Museum von Leyden und nahm nunmehr dreimal Gelegenheit, sich über die äussere Form und die Anatomie derselben zu verbreiten. Er förderte manche, sehr wichtige Thatsache zu Tage, auf welche wir jeweilen bei Gelegenheit der Bearbeitung der einzelnen Systeme hinweisen werden. Hier nur soviel als sich auf die äussere Form bezieht, deren Schilderung und Betrachtung wir den laufenden Abschnitt gewidmet haben. Nach Joh. Müller's Ergebnissen findet sich jederseits am Halse der Larve ein Kiemenloch, welches sich als eine Hautvertiefung kundgiebt; im Grunde derselben setzen zwei Kiemenspalten die Schlundhöhle in Verbindung mit der Aussenwelt. Der Schwanz der Larve trägt einen sehr zarten Flossensaum; Lungen sind schon vorhanden; die Larve athmet also Luft. Alle Verhältnisse erinnern sehr an Amphiuma unter den Derotremen. Das Vorhandensein von Kiemenlöchern und eines Ruderschwanzrudimentes beweisen, dass Ichthyophis sich verwandelt, also ein ächtes Amphibium nudum ist. —

Es war gewiss ein grosser Zufall gewesen, dass mit den zoologischen Sammlungen aus den östlichen Tropen zwei Ichthyophislarven nach Europa gekommen waren, und so vergiengen denn auch manche Jahre, während deren die Angaben Joh. Müller's die einzigen blieben, welche von der Entwicklungsgeschichte der Blindwühlen einige Kunde gaben; denn erst im Jahre 1864 erschien wiederum eine Notiz von Peters[32]) über eine junge Caecilia glutinosa mit Kiemenlöchern aus Malacca. Es betrifft dies ebenfalls unsern Ichthyophis glutinosus, wie schon Joh. Müller's Angabe, wobei des Weiteren darauf aufmerksam gemacht wird, dass neben und zwischen den Kiemenöffnungen die äussere Haut etwas hervorrage nnd gezackt erscheine, wonach wohl hier längere Kiemen gestanden hätten. Die Augen seien viel deutlicher, als beim erwachsenen Thiere, und unmittelbar vor jedem derselben befinde sich eine winklige Vertiefung. —

Wir verlassen hier kurz den historischen Gang unserer Kenntnisse von der Entwicklungsgeschichte der Caecilien überhaupt, um noch zu erwähnen, dass über die Entwicklung von Ichthyophis glutinosus in neuester Zeit Boulenger[6]) einige weitere Angaben macht. Er weist darauf hin, dass der Kopf der Larve fischartig sei und sehr entwickelte Lippenlappen habe, überhaupt dem von Amphiuma sehr ähnlich sehe. Dann bildet

Boulenger eine vom Oberst Beddome eingelieferte, ganz auffallend grosse Larve von Ichthyophis monochrous Bleek. aus Malabar ab, welche im übrigen mit den Larven von Ichthyophis glutinosus äusserlich in Allem übereinstimmt, wonach ziemlich sicher geschlossen werden darf, dass diese, der andern überhaupt sehr nahe stehende Species auch den gleichen Entwicklungsgang nehmen werde. —

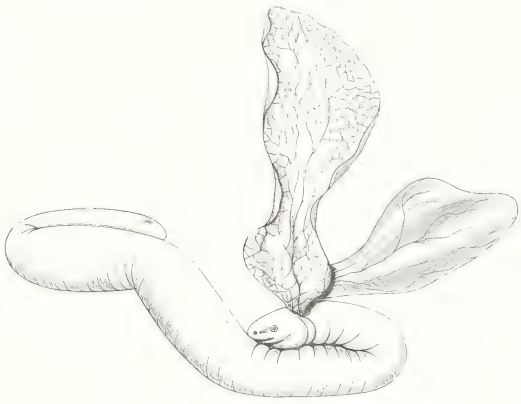
Im Jahre 1874 trat Peters mit einer Angabe über die Entwicklung einer amerikanischen Blindwühle Typhlonectes compressicauda (Peters) (= Caecilia compressicauda D. und B.) hervor, worin er uns mit Verhältnissen bekannt machte, die von den bei dem altweltlichen Ichthyophis glutinosus Bekannten ganz und gar abweichend waren[33]). Es wurde ihm ein trächtiges Weibchen zugesandt, welches ursprünglich im Ganzen sechs Junge in sich getragen hatte; daraus erfuhr Peters zunächst, dass die Blindwühlen wenigstens zum Theil lebendig gebärend seien. Höchst merkwürdig war nun aber das Aussehen der Embryonen, welches mit dem der Larven von Ichthyophis glutinosus keineswegs übereinstimmte. Gleich die Mächtigkeit der Geschöpfe war auffallend; eines war 157 mm lang bei einer Dicke von 12 mm, während die Ichtyhophislarven durch aalartige Schlankheit sich auszeichnen; ferner fehlte der bei Ichthyophis beobachtete senkrechte Flossensaum des Schwanzendes, und endlich war keine Spur von seitlichen Kiemenöffnungen vorhanden; dagegen berichtet Peters, dass am Nacken zwei 55 mm lange, glatte, unregelmässig gestaltete, verschieden zusammengeschnürte Blasen hervorragten, auf denen sich ein Gefässstamm verzweige und welche an der schmalen, queren Basis mit einander zusammenhiengen, über deren ursprüngliche Lagerung ferner sich aus ihrer platten, convex-concaven Gestalt folgern lasse, dass sie dem Körper dicht angelegen hätten. Nach dem Abfallen der Blasen bleibe eine epidermislose, quere Narbe zurück.

Erst im Jahre darauf gab Peters eine Abbildung des merkwürdigen Embryos von Typhlonectes[34]), welche in der That am Nacken des Geschöpfes grosse, ganz und gar verdrehte und verwickelte Häute zeigt.

Wir gestehen gerne, dass wir die Abbildung nicht recht verstanden, dass wir nicht wohl einsehen konnten, in welcher Weise diese zerknitterten, höchst fremdartig aussehenden Gebilde auf die Kiemen anderer Amphibien zurückführbar sein möchten und wandten uns an den derzeitigen Vorsteher des Berliner zoologischen Museums, Herrn Prof. E. von Martens, mit der Bitte, das Original uns ansehen zu dürfen. Herr Prof. von Martens war nicht allein so freundlich, dies uns zu gestatten, sondern er erlaubte uns in entgegenkommendster Weise, den Embryo für kurze Zeit nach unserer Wohnung zu nehmen, wofür wir ihm hiemit herzlichen Dank sagen.

Zunächst haben wir zu constatieren, dass die Abbildung von Peters durchaus naturgetreu den Embryo wiedergiebt, wie er im Spiritus aufbewahrt ist. Wir suchten jedoch über die Kiemen etwas mehr in's Klare zu kommen, was freilich bei der ausserordentlichen Zartheit des einzigen Exemplars — (schon Hr. Wrzesniowski, welcher die Caecilie an Peters gesandt hatte, wies darauf hin, dass die Nackenkiemen überaus leicht

abrissen) — eine recht heikle Aufgabe war. Es gelang uns jedoch, die grössere, linke Kieme so mittelst Glasplatten auszubreiten, dass die folgende Skizze des Embryos gezeichnet werden konnte.



Embryo von Typhlonectes compressicauda, (Pet.)

Aus dieser erfahren wir, dass die Kiemen nicht blasenförmig, wie Peters glaubte, sondern blatt- oder besser lappenartig beschaffen sind und deshalb am besten Kiemenlappen genannt werden mögen. Schon der Finder des Thieres, Hr. Jelski, hatte von Häuten gesprochen, der Uebersender an Peters, Hr. Wrzesniowski von membranösen Auswüchsen, weiter unten freilich von „der abgerissenen Nackenblase". Unsere Kiemenlappen sind nun allerdings nicht etwa papierdünn, sondern wie ein nassgemachtes, dickes Löschblatt, und es ist leicht zu unterscheiden, dass sie aus zwei aneinandergelegten Membranen bestehen. Zwischen diesen liegen an einigen Stellen kleine Luftblasen, die sich vielleicht in Folge der Zersetzung des Blutes in den Kiemenlappen gebildet haben, und diese mögen die Meinung hervorgerufen haben, die letzteren seien blasenförmig; es war jedoch leicht zu constatieren, dass die beiden, den Kiemenlappen zusammensetzenden Lamellen mit einander verwachsen sind.

Die Lappen haben eine concave Form, wonach sie jedenfalls den Leib des Embryo eingehüllt haben, wie schon Peters hervorhebt. Beide waren an ihrer Basis um einander herumverdreht, und da noch dazu kam, dass der rechte Lappen nur noch mittelst eines feinen Fadens am Nacken festhieng, war dies ein für die Untersuchung höchst fataler Umstand. Wir haben es belassen müssen, wie es war und wie auch Peters es darstellt; in unserer Skizze aber ist das Verhältniss entwirrt gedacht und gezeichnet.

Die Kiemenlappen werden uns morphologisch leicht verständlich, wenn wir uns daran erinnern, dass die Entwicklung aller äusseren Amphibienkiemen in der Form kleiner Blasen beginnt, welche erst secundär die Kiemenfiedern hervortreiben. Hier bei Typhlonectes compressicauda ist offenbar der letztere Vorgang unterblieben, und die ursprünglichen Kiemenbläschen sind zu enormen, lappenartigen Anhängen ausgewachsen; dabei finden wir von den drei äusseren Kiemenpaaren der Amphibien hier nur ein einziges entfaltet. —

Um über die Kiemen des Typhlonectesembryos in's Klare zu kommen, war nicht der einzige Grund, weshalb wir denselben untersuchen wollten. Wir hatten erwartet, an demselben auch die Seitenorgane aufzudecken, die wir so schön ausgebildet an Ichthyophis-Embryonen und -Larven vorgefunden hatten. Seltsamer Weise aber konnten wir gar nichts erkennen, was denselben auch nur von ferne ähnlich gesehen hätte. Wir untersuchten

alle die Stellen, wo die Organe sonst allgemein besonders zahlreich vorkommen, wie die Lippenränder, die Stelle um die Kiemen u. a. m., aber vergeblich. Dagegen war der ganze Körper schon mit Hautdrüsen besät, welche mit den Seitenorganen keineswegs verwechselt werden können; denn die letzteren haben stets etwas geronnenen Schleim in ihrer Oeffnung, wodurch sie mit der Loupe betrachtet weisslich und von etwas rauhem Ansehen sind. Auch schien uns die Epidermis des Embryos nicht abgestreift, demzufolge die Seitenorgane unkenntlich geworden wären, da derselbe gut erhalten schien und auch sorgfältig behandelt worden war, wie aus den von Peters uns mitgetheilten Berichten hervorgeht.

Sollte sich dieses Fehlen der Seitenorgane bestätigen, so wäre dies eine nach jeder Richtung auffallende Thatsache. Die Seitenorgane erhalten sich mit grosser Zähigkeit auch unter Umständen, wo wir einen Nutzen derselben für ihren Träger nicht zugeben können. So zeigen sie die Embryonen von Ichthyophis glutinosus schon in sehr frühen Entwicklungsstadien, wo sie sich noch lange Zeit innerhalb der schützenden Eihülle befinden; noch mehr, auch der Embryo von Salamandra atra, welcher zu keiner Zeit als Larve ein Leben im Wasser führt, sondern auf dem Lande selbst geboren wird, besitzt nach Malbranc Seitenorgane ([26] pag. 39). Wir dürfen also mit ziemlicher Sicherheit so viel vermuthen, dass die Jungen des Typhlonectes in dem zur Geburt reifen Entwicklungsstadium gar nicht für das Leben im Wasser bestimmt sind, sondern auf dem Lande geboren werden, ihre Kiemenlappen abwerfen und ohne weiteres wie die Alten im Boden leben. Dass in früheren Entwicklungsstadien des Embryos die Seitenorgane vorhanden sind, darüber besteht für uns kein Zweifel.

Peters zog nun aus dem Berichte, welcher ihm über den Fang des ihm übersandten Typhlonectes zugekommen war, den Schluss, dass man die Caecilien zu einer bestimmten Jahreszeit im Wasser und nicht im Morastboden aufzusuchen habe. Dass dies für Ichthyophis nicht gilt, ist nun nicht mehr nöthig, hervorzuheben; aber auch aus der Erzählung vom Fang jenes Typhlonectes geht auch für diesen ein periodischer Aufenthalt im Wasser nicht zwingend hervor; es heisst darin: „Indem man das Zugnetz an das Ufer heranzog und das Wasser mit Händen und Füssen trübe machte, nöthigte man die Fische ihre Schlupfwinkel in Höhlungen und zwischen den Wurzeln der am Ufer stehenden Bäume zu verlassen. Im Verlaufe der Jagd stiess plötzlich der Neger, welcher die Fische vom Ufer verscheuchte, einen heftigen Schrei aus etc.“ Es ist nun hier die Möglichkeit durchaus nicht ausgeschlossen, dass die im Boden des Ufers ruhende und eben im Kreissen begriffene Blindwühle durch das Durchstöbern des Ufers beunruhigt wurde, in's Wasser kroch und durch Schwimmen zu entkommen suchte. Sie gebar in einem Gefässe eines ihrer Jungen, welchem offenbar über dem Geburtsacte die Kiemenlappen abgefallen waren; denn in dem Berichte heisst es: „Gleichzeitig mit dem ersten Jungen waren Häute abgegangen.“ —

Ausser dem bis jetzt Vorgebrachten existieren in der Literatur noch einige weitere zerstreute Angaben über die Entwicklungsgeschichte der Caecilien, die wir im Folgenden betrachten wollen.

A. Duméril[12]) fand an einem jungen, 50 mm langen Uraeotyphlus oxyurus (Pet.) (= Caecilia oxyura) aus Malabar, einer Ichthyophis sehr nahestehenden Gattung, Kiemenlöcher, wie an den Ichthyophislarven.

Wichtiger ist, dass Möbius auf den Seychellen ein Exemplar des dort lebenden Hypogeophis rostratus (Pet.) aufgriff, welches bei nur 35 mm Länge weder Kiemenlöcher, noch einen flossenförmigen Schwanz, noch auch Nackennarben besass, wie dies Typhlonectes nach dem Abfall seiner Kiemenlappen aufzeigt. Hier bei Hypogeophis also haben wir schon wiederum etwas Besonderes zu erwarten [cf. Peters[34])].

Spengel beschreibt die Niere einer Larve von Siphonops sp., welch letztere 55 mm lang und jederseits mit einem kleinen Kiemenloch versehen war ([41] pag. 11).

Endlich brachte Greeff[16]) Angaben über die Entwicklungsgeschichte des Dermophis thomensis (Pet.) (= Siphonops thomensis aut.) aus Westafrika. Er fand, dass Dermophis wie Typhlonectes vivipar sei. Das von ihm untersuchte trächtige Weibchen hatte im linken Oviducte einen, im rechten zwei Embryonen, alle ca. 4 cm lang. Der Kopf war vom Halse abgesetzt, der hintere Körpertheil in ziemlicher Ausdehnung seitlich comprimiert, dagegen fehlte jede Spur von Kiemenathmungsorganen. Dies ist ein höchst sonderbares Ergebniss, das, unvermittelt wie es dasteht, kaum zu verstehen ist. —

Ueberblicken wir kurz unsere Kenntnisse von der Entwicklungsgeschichte der Caecilien im Allgemeinen, so ist es nun für zwei einander sehr ferne stehende Gruppen, wie der mit Schuppen versehene asiatische Ichthyophis und der schuppenlose amerikanische Thyphlonectes es sind, nachgewiesen, dass sie in einem gewissen Entwicklungsstadium äussere Kiemen tragen, also perennibranchiat sind; von Ichthyophis ist ferner bekannt, dass nach Abfall der äusseren Kiemen Kiemenspalten auftreten, ähnlich denen von Amphiuma, dass in diesem Stadium Ichthyophis also derotrem ist; endlich schliessen sich auch diese, und mit Lungenathmung und Leben auf dem Lande trägt nun Ichthyophis den salamandrinen Stempel. Auch für Typhlonectes, ja für alle Blindwühlen ist der Nachweis dieser successiven Stadien sicher zu erwarten; denn das gar spärliche bis jetzt Bekannte wird kaum dagegen sprechen dürfen. Das lange Persistieren aber der Kiemenlappen von Typhlonectes zu einer Zeit, wo auch jedenfalls die Kiemenspalten sich schon geschlossen haben und die gewiss einmal vorhanden gewesenen Seitenorgane verschwunden sind, hat einen physiologischen Grund, über den wir uns weiter unten im Vergleich mit andern Erscheinungen dieser Art bei den Amphibien verbreiten wollen. Hier möchten wir nur darauf hindeuten, dass nach dem von uns gegebenen Nachweise, wonach Ichthyophis glutinosus und mit ihm wahrscheinlich alle Blindwühlen die sämmtlichen Entwicklungsstadien der Salamandriden ebenfalls durchlaufen, die Caecilien nicht mehr als eigene dritte Ordnung neben die Urodelen und Anuren gestellt werden dürfen, sondern dass sie hinfort den Urodelen unterzuordnen und den Salamandrinen parallel zu setzen sind. Es wären demzufolge in den Tropen die Urodelen nicht fehlend, sondern durch die in der Erde lebenden Blindwühlen vertreten.

Auch Wiedersheim ([46] z. B. pag. 90 ff.) neigt sich schon sehr darnach hin, die Caecilien ihrer selbstständigen Stellung den Urodelen und Anuren gegenüber zu entheben und den Urodelen unterzuordnen, und wir brauchen uns auch darüber, dass sie zu den Urodelen, d. h. also zu den geschwänzten Amphibien zu rechnen sind, keineswegs zu wundern; denn es ist schon lange bekannt, dass den Blindwühlen, sonderlich aber Ichthyophis der Schwanz durchaus nicht fehlt, sondern dass er hier lediglich rudimentär ist; ja im Larvenstadium trägt er eine Flosse, und was den Mangel der Extremitäten angeht, so haben wir wenigstens von den hinteren Gliedmassen eine recht deutliche Spur nachzuweisen vermocht.

Somit schlagen wir hinfort als Grundeintheilung der Amphibien, welche sich auf ihre Verwandtschaft gründen soll, die folgende vor:

A. URODELA.

1. Perennibranchiata.
2. Derotremata.
3. Salamandrina.
   - $\alpha$) Salamandridae.
   - $\beta$) Apoda.

B. ANURA.

1. Aglossa.
2. Arcifera.
3. Firmisternia.

Werfen wir nun einen kurzen vergleichenden Blick auf dasjenige, was uns von der Entwicklung der Urodelen überhaupt bekannt ist, und gehen wir der Reihe nach vom niedersten zum höchsten, so wissen wir unter den Perennibrachiaten nur einiges wenige von Proteus anguinus Laur., und dies besteht darin, dass er ovipar ist, wie F. E. Schulze[40]) und vor allem Frl. von Chauvin[11]) nachgewiesen haben. Daneben existiert nun aber noch ein merkwürdiges Protokoll, welches Michahelles[28]), allerdings unter grossem Vorbehalte und nur veranlasst durch eine Aeusserung von Wagler[44]) in dessen Amphibiensystem zur Kenntniss bringt. Dasselbe war von einem österreichischen Beamten aufgenommen und enthält die Aussagen eines Gemeinderichters, welcher behauptet gesehen zu haben, wie ein Proteusweibchen drei Junge geboren hatte. Wenn man die hier gemachten Angaben liest, so kann man sich kaum einreden, dass das Ganze eine Lüge sei. Es sollen drei, $1^1/_2$ Zoll lange Junge unter eigenthümlichem Verhalten der Mutter geboren worden sein; ausserdem seien eine grössere und zwei oder drei kleinere, durch Fäden zusammenhängende Blasen aus dem geschwollenen Hintertheil zum Vorschein gekommen. Uns will fast scheinen, als sei die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass Proteus neben

der Oviparität auch Viviparität zeigen könnte; vielleicht behalten im Herbst befruchtete Weibchen die Eier in sich und lassen in ihrem Uterus die Embryonen sich entwickeln.

Was die Derotremen betrifft, so existiert in der Literatur eine ganz kurze Angabe über die Entwicklung des Megalobatrachus maximus Tschudi (= Cryptobranchus japonicus aut.) in E. von Martens Reisewerk[27]). Dort heisst es: „In einem japanischen Bilderbuch finde ich ihn mit ein paar Jungen abgebildet, welche Kiemenbüschel an den Seiten des Halses tragen; es was das zwar an sich vorauszusetzen, aber doch nicht positiv bekannt." Auf unsere Bitte hatte Prof. von Martens die Güte, das betreffende Buch uns zu beliebiger Benutzung einzuhändigen, und wir glauben uns nicht besonders rechtfertigen zu müssen, wenn wir die Umrisse der japanischen Zeichnung an dieser Stelle wiedergeben.

Megalobatrachus maximus Tsch. mit seinen Larven. Copie einer japanischen Zeichnung.

Die Figur des alten Megalobatrachus ist recht bezeichnend, und auch die Larven scheinen uns lebendig und gewiss naturgetreu wiedergegeben. Ueber diesem Bilde stand eine kurze Beschreibung, welche Hr. Dr. Hilgendorf uns zu übersetzen so freundlich war. Sie lautet in Beziehung auf die Larve folgendermaassen: „Ich hatte die Jungen des Thieres unterhalten, an deren Backen weiche Flossen wachsen, die wie Matzumo (eine Alge) aussehen und nach und nach ebenso wie der Schwanz eines Froschkindes verschwinden." Daraus und vor allem aus der Abbildung geht hervor, dass die Larven des Megalobatrachus im Wasser leben und jederseits drei Kiemen tragen, wie diejenigen der meisten übrigen Urodelen. —

Unter den Salamandriden ist die Oviparität der Tritonen und Amblystomiden, die Ovoviviparität des gefleckten Salamanders und die von v. Schreibers[39]) entdeckte Viviparität des schwarzen Salamanders so allgemein bekannt, dass wir darauf nicht einzugehen brauchen. Hier müssen wir nun aber auf die ausserordentliche Länge der Kiemen des Embryos der Salamandra atra zu reden kommen, über welche Leydig ([22] Separatausg. pag. 113) sich folgendermaassen äussert: „Wenn man sieht, dass bei den frei im Wasser sich entwickelnden Tritonen die Kiemen niemals eine derartige Länge erhalten, so möchte man schliessen, dass der Aufenthalt im Uterus etwas für diese Organisation Mitbedingendes sei." [Vergl. auch [24]) pag. 70.]

Diese Worte bezieht Leydig auch auf Salamandra maculosa, bei welcher wie

bei der S. atra die Embryonen während ihres Uterinlebens ihre Kiemen zu auffallender und viel stärkerer Länge entwickeln, als wir dies bei den nach Sprengung der Eihülle im Wasser lebenden Larven antreffen.

Eine ebensolche auffallende Entfaltung der Kiemen finden wir bei unserem Ichthyophis, und zwar bleiben diese Kiemen nur bestehen während des Lebens im Eie. Sie functionieren also ganz offenbar als Athmungsorgane des sehr sauerstoffbedürftigen Embryos und wachsen wenigstens zu Anfang in die Länge und Breite, wie der Embryo selbst grösser wird. Dass all die besprochenen Kiemen in ihrer grössten Entfaltung nur für das Embryonalleben tauglich sind, bewies Frl. von Chauvin[10]) durch ihre interessanten Versuche, welche ergaben, dass in's Wasser gebrachte Embryonen der Salamandra atra ihre grossen Kiemen abwarfen und neue kleinere und derbere hervortrieben. Wie nun bei S. atra und Ichthyophis glutinosus die Kiemen zu reinen Embryonalorganen geworden sind, welche nach Befreiung des Embryos aus der Eihülle oder aus dem Uterus als für's freie Leben unbrauchbar abgeworfen werden, so ist dies sicher auch der Fall mit den monströsen Kiemenlappen des Typhlonectes compressicauda, welche der Wandung des mütterlichen Oviductes anliegen und vermuthlich durch Diosmose dem Blute des Embryos Sauerstoff, ja vielleicht wohl gar Nahrung zuführen, somit ähnlich wie eine Placenta wirken; wenigstens wird man bei Betrachtung der auffallenden Grösse eines Typhlonectesembryos zur letzteren Vermuthung stark hingedrängt. Die Embryonen von Ichthyophis glutinosus ferner erreichen, wie schon oben hervorgehoben wurde, eine Grösse und ein Gewicht, welches das ursprüngliche junge Ei um das Vierfache übertrifft, und so konnten wir die Vermuthung aussprechen, dass das alte, die Brutpflege ausübende Thier vielleicht im Stande sei, aus seinen Hautdrüsen Nahrungssaft auszuscheiden, welcher durch Diosmose den Embryonen zugeführt würde und sie zu so ansehnlicher Grösse heranwachsen lasse. —

Weitere, höchst interessante Beispiele, ähnlich den Besprochenen sind uns von manchen Anuren bekannt geworden, deren Entwicklung entweder grösstentheils im Eie oder in Taschen oder Aussackungen eines der beiden Eltern abläuft.

Schon die Embryonen unseres Alytes obstetricans, welche während längerer Zeit als die unserer übrigen Anuren innerhalb des Eies verweilen, zeigen grössere und anders gestaltete Kiemen, als wir sie von unserer Rana oder Bufo kennen. Es entwickelt sich hier nur eines der drei Paare und dieses zu flächenartiger Ausbreitung mit fingerförmigen Fortsätzen. Würden diese letzteren sich nicht ausgebildet haben, so hätten wir hier im Kleinen, was jener Typlonectes-Embryo im Grossen zeigt. Entwickelt hat sich diese äussere Kieme auf dem dritten Kiemenbogen als eine zunächst in die Länge wachsende Blase, die sich secundär in die Endäste spaltete. Sie fällt ab mit der Ausbildung innerer Kiemen und dem damit im Zusammenhange stehenden Ausschlüpfen des Embryos. [cf. Vogt[43]) und Leydig[24]), pag. 69.]

Ferner haben wir die höchst merkwürdigen Embryonalorgane beizuziehen, welche Weinland[45]) an Nototrema oviferum Gthr. (= Notodelphys ovifera Weinland) aus

Venezuela entdeckte. An jeder Seite des Embryos dieser Art liegt je eine, mit der concaven Fläche dem Embryo zugekehrte, ihn umhüllende, somit glockenförmige, weisse Haut, welche jederseits durch zwei dünne und lange Fäden mit dem dritten und vierten Kiemenbogen in Verbindung steht. So kommen zwei mächtige Kiemen zu Stande, welche den Embryo wie mit einem weissen Mantel umhüllen und sein Blut mit dem mütterlichen Körper in nächste Berührung bringen. Ursprünglich waren jedenfalls an jeder Seite des Halses zwei Kiemenblasen gesprosst, am dritten und vierten Bogen, welche schlauchartig in die Länge wuchsen und, an der Eihaut angekommen, an ihrem äusseren Ende pilzartig sich ausbreiteten; wo dann je ein Paar einer Seite mit den Rändern zusammenstiess, da verwuchs es und bildete mit dem andern zusammen die von Weinland so genannte Kiemenglocke, welche mit zwei feinen Stielen an den Kiemenbögen festsitzt. Es steht hier die Grösse des Embryos zu derjenigen seiner specifischen Respirationsorgane jedenfalls in directem Verhältnisse; denn die Kiemenglocken sind wirklich sehr gross, wie wir uns an den im Museum von Berlin aufbewahrten Embryonen selbst überzeugen konnten.

Bei Nototrema testudineum Esp. haben wir dasselbe Verhältniss; bei N. marsupiatum D. und B. aber verlässt das Junge schon in Form einer Kaulquappe die Tasche der Mutter[7]). —

Ein ferneres physiologisch hieher gehöriges Beispiel, morphologisch aber ganz anderer Art bietet die Entwicklung des Antillenfrosches Hylodes martinicensis Tschudi. Die Jungen dieses Thieres machen die gesammte Metamorphose innerhalb des Eies durch. Peters[36]), der vier Embryonen verschiedenen Alters untersuchte, kam zu dem auffallenden Resultate, dass äussere Kiemen und Kiemenlöcher völlig fehlten, dass dagegen der Schwanz gross, mit seiner breiten Fläche dem Embryo anliegend und sehr gefässreich sei, sodass „seine Function als Athmungsorgan keinem Zweifel unterliegen dürfte."

Nun sagt freilich Bavay[4]), dass er äussere Kiemen gesehen habe und zwar eine an jeder Seite des Körpers, von der Form einer einfachen Gefässschlinge. Dabei macht aber auch er auf die Grösse des Schwanzes aufmerksam. Diese Beobachtung Bavay's zeigt, dass zwar die Entwicklung der Respirationsorgane von Hylodes martinicensis in den Grundzügen wie diejenige der andern Amphibien verläuft, dass aber im Verhalten des Schwanzes hier noch etwas ganz Besonderes hinzukommt. Es kam uns dies so seltsam vor, dass wir auch diese Embryonen uns selber ansahen, wovon das Ergebniss war, dass wir die Aeusserungen von Peters völlig bestätigen können. Der Schwanz ist eine weisse Haut von eiförmigem Contour, wobei das Ende des Schwanzes abgerundet ist, also dem runden Theile der Eiform entspricht. Er ist an seiner sehr feinen Wurzel um 90° gedreht, sodass seine concave Seitenfläche dem Körper des Embryos anliegt. Es vertritt ganz ohne Zweifel bei Hylodes dieselbe Function, welche bei Nototrema die Glockenkiemen, bei Alytes und Typhlonectes die Kiemenlappen, bei Ichthyophis und Salamandra die Fiederkiemen ausüben; er ist ein specifisch embryonales Respirationsorgan.

Leider sind die Abbildungen, welche Peters von Hylodes-Embryonen giebt, nicht instructiv genug, um von sich aus von dem Verhältnisse zu überzeugen; der Schwanz tritt nicht so sehr in den Vordergrund, wie es in Wirklichkeit sich verhält. —

Peters vermuthet ferner, dass ein ähnliches Verhältniss auch bei Pipa vorkomme, indem er auf die Beobachtungen von Camper[9]) hinweist. Dies thut Peters mit vollem Rechte, und besonders möchten wir darauf aufmerksam machen, dass Camper hervorhebt, der Schwanz der Pipalarve sei weisslich, wie die Retina des Auges, während die Larve selbst tief schwarz sei. Dies erinnert ganz und gar an Hylodes.

Endlich fiel uns noch eine ganz neue Mittheilung in die Hände, mit welcher uns Boulenger[8]) über die Fortpflanzungsweise der Rana opisthodon Blgr. von den Salomon-Inseln überrascht, und welche an Interesse den bei Hylodes martinicensis bekannt gewordenen Verhältnissen ebenbürtig zur Seite steht. Aus dem ihm von einem Herrn Guppy übersandten Bericht und aus seinen eigenen, durch Abbildungen erläuterten Bemerkungen geht hervor, dass Rana opisthodon ihre ganze Entwicklung, wie Hylodes martinicensis, innerhalb des Eies durchläuft. Die an Boulenger übersandten Eier waren 6—10 mm im Durchmesser und enthielten einen schon vollgewachsenen jungen Frosch. Als Hr. Guppy die transparente Schale eines frischen Eies öffnete, that der junge Frosch einen ganz erstaunlichen Sprung in seine Existenz („the tiny frog took a marvellous leap into its existence") und suchte sofort das Weite. Er hatte etwa die Länge von vier Linien, war ohne Schwanz und ohne äussere Kiemen; dagegen trug er auf jeder Seite des Bauches eine Reihe von etwa neun quer gestellten Hautfalten, welche, wie schon Hr. Guppy bemerkte, und auch Boulenger hervorhebt, als Athmungsorgane des Embryos functionieren. Dies ist nun also wieder eine ganz neue und unerwartete Form von embryonalen Respirationsorganen. Das Stadium, wo Ruderschwanz und äussere Kiemen noch vorhanden waren, war jedenfalls längst schon durchlaufen, und nun übernahmen seitliche Querfalten des Bauches die Function, welche bei Hylodes martinicensis und Pipa dorsigera der Schwanz, bei Ichthyophis glutinosus, Typhlonectes compressicauda, Salamandra atra und maculosa, Alytes obstetricans, Nototrema oviferum und testudineum die in's Monströse verlängerten oder verbreiterten oder verbildeten Kiemen ausgeübt hatten. Zum Ueberflusse des Merkwürdigen zeigt die offenbar kurz vor dem Ausschlüpfen stehende junge Rana opisthodon vorn an der Nase ein conisches Spitzchen, welches jedenfalls zum Oeffnen der Eihaut dient, und dessen Analogon wir bei Reptilien und Vögeln schon längst recht wohl kennen. Das Ei, in welchem der junge, schon ganz ausgebildete Frosch zusammengekauert sass, hatte, wie aus oben angegebenem Maasse hervorgeht, die Grösse eines frisch gelegten Ichthyophis-Eies; es wird also ursprünglich wohl halb so gross gewesen sein, wie aus der Analogie mit Ichthyophis glutinosus geschlossen werden muss. —

Ueberblicken wir das hier Zusammengestellte, so haben wir das Ergebniss gewonnen, dass bei denjenigen Amphibien, welche längere Zeit während ihrer Entwicklung innerhalb des Eies oder innerhalb des mütterlichen Körpers verharren, sich Organe entwickeln, an

deren Vorhandensein die Existenz des Embryos im Ei oder im Leibe eines der Eltern gebunden ist. Die physiologische Bedeutung dieser Organe ist in erster Linie die der Respiration, in zweiter Linie ist aber auch eine Ernährung des Embryos durch dieselben in einzelnen Fällen nicht ausgeschlossen. Diese embryonalen Respirations- eventuell Ernährungsorgane sind in ihrer Ausbildung nur für den betreffenden Embryo, ihren speciellen Träger, von Bedeutung und haben als solche keinen phylogenetischen, sondern nur physiologischen Werth. Damit wollen wir lediglich gesagt haben, dass aus dem Aussehen der Kiemen der Embryonen von Ichthyophis etc. nicht auf ein gleiches Aussehen der Kiemen der Voreltern dieser Amphibien, welche die betreffenden Stadien im Freien durchlebt haben, geschlossen werden darf, so wenig wie aus dem Aussehen des Larvenschwanzes von Hylodes auf dasjenige des Schwanzes von dessen in diesem Stadium freilebenden Vorfahren. Dagegen bildet sich ein solch specifisch embryonales Respirationsorgan aus einem schon vorhandenen und phylogenetisch erworbenen Organe des Thieres hervor; doch herrscht hier die denkbarste Willkür. Bei Ichthyophis und Salamandra haben wir hierin das einfachste Verhältniss. Die ursprünglichen drei Kiemenpaare wachsen zu embryonalen Respirationsorganen aus; bei Nototrema thun dies nur die zwei vorderen, bei Alytes und bei Typhlonectes, insofern in diesem letzteren Falle nicht secundäre Verwachsungen statt gehabt haben sollten, nur ein einziges Paar. Bei Hylodes und Pipa übernimmt diese Rolle der Ruderschwanz, bei Rana opisthodon thun dies Querfalten der Bauchhaut, und was wird sich in diesem Gebiete bei weiterer Nachforschung nicht noch alles finden lassen, sonderlich bei den in den Tropen lebenden Urodelen, den Blindwühlen, bei denen vielleicht alle Gattungen oder gar alle Arten besondere Anpassungen zum Schutze ihrer Brut aufweisen?

Wenn wir uns nun kurz nach ähnlichen Dingen bei anderen Wirbelthieren umsehen, so finden wir bei den Haifischen, deren Junge lange Zeit im Eie leben, embryonale Respirationsorgane in Form von Kiemenfäden, welche aber den äusseren Kiemen der Amphibien keineswegs gleichzustellen sind, sondern aus den Kiemenspalten herauswachsende, fadenförmige Fortsätze vorstellen, und wie Balfour[3]) sich ausdrückt, „höchst wahrscheinlicher Weise insbesondere zu dem Zwecke entwickelt sind, um die Athmung innerhalb des Eies zu erleichtern.“

Auf wieder ein anderes Verhältniss stossen wir bei Mustelus laevis, dem glatten Hai des Aristoteles, der bekanntlich eine Art Placenta besitzt. „Es erhebt sich hier die gefässführende Oberfläche des Dotters zu einer Anzahl von Falten, welche in entsprechende Vertiefungen in den gefässreichen Wandungen des Uterus hineinpassen.“ (cf. Balfour[3]). Hier also wird der Dottersack zum specifisch embryonalen Respirationsorgan. Uebrigens liegt ausserdem die Vermuthung nahe, dass auch bei den andern Haien die so ausserordentlich reiche Gefässverzweigung auf der Oberfläche des Dotters neben den verhältnissmässig kleinen, fadenförmigen Kiemen die embryonale Respiration vermittle.

Mit viel grösserer Entschiedenheit ist bei den Amnioten ein Organ zum specifisch embryonalen Respirations- eventuell Ernährungsorgan erwählt, welches die in's Monströse ausgewachsene Harnblase der Amphibien darstellt; es ist die Allantois. Bei allen Amnioten

entwickelt sich der Embryo längere Zeit innerhalb der Eihüllen oder des mütterlichen Körpers, und bei allen ihren Embryonen übernimmt die Allantois die Arbeit der Respiration und bei den höheren Säugern endlich, den Placentalia, durch Verwachsung mit der Wandung des Uterus auch die der Ernährung.

Da die Allantois bei allen Amnioten aus ein und demselben Organe sich hervorgebildet hat, welches bei den Amphibien als Harnblase, richtiger wohl als Wasserbehälter während des Lebens functioniert, so hat sie eine phylogenetische Bedeutung ersten Ranges; in ihrer Ausbildung aber wird ihr Werth ein rein physiologischer; kein im Freien lebendes Amphibium bringt seine Blase zu ähnlicher Entfaltung, und sie ist in ihrer Ausbildung ohne Weiteres in die Reihe aller anderen specifisch embryonalen Respirationsorgane zu stellen. Die Wurzel, aus der alle diese Organe ihre Entstehung genommen haben, ist phylogenetisch von hohem Werthe, die Organe selbst aber in ihrer Ausbildung sind nur von physiologischer Bedeutung. —

Auch unter den Wirbellosen begegnen wir solchen embryonalen Respirationsorganen, wie den Beschriebenen, ein Gebiet, auf welches wir bei einer späteren Gelegenheit näher einzutreten und aus welchem wir dann unseren Lesern ein nicht uninteressantes Beispiel vorzulegen gedenken. —

Wir müssen nun noch einen Punkt in's Auge fassen, der, wie uns scheinen will, grosse Beachtung verdient. Wenn wir uns vergegenwärtigen, wie so ganz anders die Verhältnisse sind, unter denen z. B. die Entwicklung der nächsten Verwandten der Rana opisthodon abläuft, wo wie bei unserm Frosch der Embryo in ausserordentlich unvollkommener Ausbildung das Ei verlässt und fortan unter eigenartigen, dem Aufenthalt im Wasser angepassten Erscheinungen (als da sind Saugnäpfe der jüngsten Stadien, Auftreten von äusseren und inneren Kiemen und Sprossung eines mächtigen Ruderschwanzes zu energischer Fortbewegung) seine Weiterentwicklung nimmt, während Rana opisthodon als Larve in stets zusammengekauerter Stellung verharren muss, ihre Kiemen, eventuell ihren Schwanz nicht gebrauchen kann, sondern ein ganz besonderes, gänzlich unvermittelt dastehendes Respirationsorgan an sich entwickelt, so müssen wir uns wundern, dass sie dennoch eine Rana geblieben ist, dass die genannten so eigenartigen physiologischen und morphologischen Verhältnisse ihres Jugendlebens ohne merklichen Einfluss auf die Ausbildung ihres Körpers gewesen sind, ja nicht einmal im Stande waren, eine neue Gattung aus ihr zu schaffen. Und ganz dasselbe gilt gewiss auch für Hylodes martinicensis, für Nototrema oviferum und testudineum, und für Salamandra atra. Wir müssen darum den Satz aussprechen, dass die physiologischen Verhältnisse, unter denen die Entwicklung einer Thierform abläuft, zwar directen Einfluss haben auf die Larvenorgane derselben (wie z. B. Rudimentärwerden der äusseren Kiemen, Verbildung des Ruderschwanzes u. a. m.), dagegen keine oder nur recht unbedeutende, höchstens zur Bildung einer neuen Species führende Einwirkung auf die Form des fertigen Thieres. —

Wie hochwichtig es nun aber ist, jede Amphibienspecies, deren Entwicklungsweise

wir noch nicht kennen, auf dieselbe zu untersuchen, und wie sehr wir es vermeiden müssen, aus übereinstimmendem Bau von zwei ausgebildeten Thierspecies auf übereinstimmende Entwicklungsweise derselben zu schliessen, insofern dabei äussere Verhältnisse in Betracht kommen, darauf wollen wir, als auf ein Ergebniss, mit Nachdruck hingewiesen haben.

Die Organe aber, welche dem ausgebildeten Thiere eigen sind, nehmen gleichwohl bei diesem und allen seinen Verwandten den Grundzügen nach denselben Gang der Entwicklung. —

Was das rein Biologische bei unserm Ichthyophis glutinosus betrifft, so haben wir zwei Momente gesondert zu betrachten, erstlich die Eiablage in die feuchte Erde und zweitens die Beschützung der Eier durch die Mutter.

Was den Umstand betrifft, dass die Eier nackt wie sie sind ohne gemeinsame Hülle in die Erde gelegt werden, so kennen wir bis jetzt bei den Amphibien kein gleiches Vorkommniss. Die übrigen eierlegenden Urodelen legen ihre Eier in's Wasser (Proteus, Tritonen, Amblystomiden, Salamandra maculosa); von den Anuren legen allerdings einige Formen ihre Eier nicht in das Wasser; es kommen aber dabei besondere Verhältnisse in Betracht. Wenn wir diejenigen Anuren hier weglassen, bei welchen eine besondere Pflege der Eier durch eines der Eltern beobachtet wurde, so haben wir folgende Fälle hier zu erwähnen:

Unter den Arciferen geht der brasilianische Leptodactylus mystacinus Burm. (= Cystignathus mystaceus Hensel), welcher zu der Gruppe der Cystignathiden gehört, nach Hensel[18]) niemals in's Wasser, laicht also auch nicht in demselben, sondern macht in dessen Nähe, aber immer noch innerhalb der Grenzen, bis zu denen das Wasser nach heftigem Regenwetter steigen kann, unter Steinen, faulenden Baumstämmen etc. eine Höhlung von der Grösse eines Tassenkopfs. Diese füllt er mit einem weissen, zähen Schaume aus, in dessen Mitte sich die fahlgelben Eier befinden. Die Larven entwickeln sich in weiter nicht auffallender Weise und wandern in den nächsten Tümpel, wenn in Folge von Regengüssen das Wasser desselben bis zu ihrem Neste gestiegen ist. Trocknet nun aber die Pfütze aus, so gehen sie nicht, wie die Larven anderer Batrachier zu Grunde, sondern ziehen sich unter schützende Gegenstände: Bretter, Baumstämme etc. zurück und bleiben hier klumpenweise zusammengeballt liegen, um die Rückkehr des Regens abzuwarten. Hebt man den schützenden Gegenstand in die Höhe, so wimmelt alles durcheinander.

Paludicola gracilis Blgr. (= Gomphobates notatus Reinh.), ebenfalls ein Cystignathid aus Brasilien legt seine Eier in faustgrossen Klumpen weissen Schaumes vertheilt in die Nähe des Ufers einer Pfütze, wo gewöhnlich noch etwas Gras wächst (cf. Hensel[18]).

Genau wie diese Paludicola macht es, wie wir hier beifügen können, der zu den Raniden gehörende Rhacophorus eques Gthr. von Ceylon; wenigstens war es höchst wahrscheinlich, dass die vielen weissen Schaumklümpchen, die wir am Uferrande des Seeausflusses im 6000′ hohen Thal von Nuwara Eliya auf Ceylon antrafen, von diesem Frosche herrührten; denn zu eben dieser Zeit hatte sich eine ganze Schaar von Individuen dieser

Species in jenem Tümpel versammelt, und sie liessen beständig ihre feinen, metallartig klingenden Stimmchen hören. Besonders waren die wunderschön gefärbten kleineren Männchen zahlreich vertreten, während die grösseren Weibchen seltener und daher stets von einer grossen Schaar Anbeter umlagert waren. In der betreffenden Schaummasse lagen hellgelbe Eier zerstreut eingelagert, welche sich zu Larven entwickelten, denen auf den ersten Blick nichts sonderliches anzusehen war. Näher haben wir die Veränderungen der Larve nicht untersucht.

Nach W. Ferguson[14]) stammen, von ihm im Niederland von Ceylon gefundene Schaumballen von Rhacophorus maculatus Gray.

Von einem Ranid aus Westafrika, Chiromantis rufescens Gthr., berichtet Buchholz, dass es seinen Laich in Form von schneeweissen Ballen an Blätter von Bäumen, welche über Wassertümpeln stehen, anklebe, zuweilen zwei Blätter mittelst dieser Masse zusammenleimend. Die im Schaum sich entwickelnden Larven schwemmt der nächste Regen in's Wasser hinab (cf. Peters[35]).

Ganz dasselbe berichtet v. Ihering[19]) von der zu den Hyliden gehörigen Phyllomedusa Iheringii Blgr. Als Anhang ist diesem Artikel eine tabellarische Zusammenstellung der verschiedenen Fortpflanzungsweisen der Anuren von Boulenger angefügt, wofür wir um so dankbarer sein müssen, als die diesbezüglichen Angaben öfters in rein systematischen Abhandlungen oder Museumskatalogen oder Sammlungsnotizen wohlverwahrt begraben liegen.

Auf einer unserer Streifereien durch den Urwald Ceylons stiessen wir auch einmal auf einen kleinen Wassertümpel in einer Felsspalte; einige Fuss über seiner Oberfläche hieng, an die am Tümpel senkrecht sich erhebende Felswand angeklebt, ein aussen blau gefärbter Ballen Schaumes, etwa so gross wie eine kleine Faust. Die äussere Rinde war zu rauher Schichte eingetrocknet. Inwendig lagen gelbliche Froscheier in feuchter Schaummasse. Von welchem Frosche aber dieser Laich stammte konnten wir nicht erfahren; häufig trafen wir jedoch in diesen Gegenden Rana temporalis Gthr.

Hylodes martinicensis, dessen wir oben eingehend gedacht haben, legt seine Eier, etwa dreissig an der Zahl, in einer baumwollartigen Hülle an die Blätter von Pflanzen; die Mutter hält sich in der Nähe, wie um sie zu behüten[13, 36]).

Unter welchen Verhältnissen endlich jene Eier von Rana opisthodon gefunden worden waren, geht aus Hrn. Guppy's Bericht nicht klar hervor; er sagt, sie seien von eingeborenen Buben in feuchten Felsspalten gesammelt worden.

Aus dem Gesagten ergiebt sich, dass alle diese Formen ihre Eier zwar nicht in das Wasser legen, dieselben aber mit einer schützenden Schaummasse umhüllen, deren äussere Schicht bei trockenem Wetter erstarren kann und auf diese Weise eine rasche Verdunstung der in den Schaum gelegten Feuchtigkeit verhindert. Eine solche Beigabe haben die Eier unseres Ichthyophis glutinosus nicht, sie liegen jedes frei, eins neben dem anderen in einer von der Mutter gebauten Erdhöhle. Diese jedoch schlingt sich wie eine

Riesenschlange um ihre Eier und schützt sie so vor Feinden und vor Austrocknung, vielleicht sogar, wie schon hervorgehoben, nährt sie dieselben.

Daran anknüpfend noch einige Worte über die bei Amphibien beobachtete Brutpflege.

Von Urodelen mit Ausnahme von Ichthyophis ist nichts derart bekannt, manches aber von Anuren. Die weibliche Pipa trägt ihre Eier, jedes in einer besonderen Zelle, auf ihrem Rücken; das weibliche Nototrema in einer besonderen Tasche gleichfalls auf dem Rücken; bei Alytes schleppt das Männchen die Eierschnüre an seinen Hinterfüssen herum; das Weibchen des ceylonesischen Rhacophorus reticulatus trägt seine Eier am Bauche, wie Günther[17]) und W. Ferguson mittheilten und wie wir das auch von einem Siluroiden, Aspredo, kennen, wo dies gleichfalls das Weibchen thut. Leider hatten wir selbst, als wir in Ceylon waren, den Rhacophorus reticulatus nicht zu Gesicht bekommen.

Endlich bietet in dieser Hinsicht das allerabenteuerlichste das zu den Firmisterniern gehörige Rhinoderma Darwinii D. und B. aus Chili, welches nach der Erzählung des Jimenez de la Espada[42]) seine Jungen im erweiterten Kehlsack umherträgt, bis sie entwickelt sind, und zwar spielt hier die Amme nicht das Weibchen, sondern das Männchen, ein Vorkommniss, zu welchem, wie beim vorigen, unter den Siluroiden Analogieen bekannt geworden sind, und zwar beim Genus Arius, bei welchem ebenfalls das Männchen die Eier und Jungen im Maule trägt.

So finden wir denn bei den Amphibien eine Brutpflege von grosser Mannigfaltigkeit, einen kleinen Theil bildend von der Masse ähnlicher Erscheinungen, welche uns von den Wirbellosen hinauf bis zu dem höchsten Thiere, dem Menschen, zur Kenntniss gekommen sind.

---

Bemerkung: Die Vignette zu Anfang dieser Abhandlung giebt die Ufer des Mahaveliganga, einen Lieblingsaufenthalt der Blindwühle, mit grosser Naturtreue wieder; sie ist von Maler G. Mützel mit hervorragender Fertigkeit nach von uns mitgebrachten Photographien componiert worden. Links im Vordergrund steht eine Kitulpalme, Caryota urens, rechts eine Banane und eine junge Cocos.

# Literaturverzeichniss.


1. **v. Baer,** Die Metamorphose der Eier der Batrachier vor der Erscheinung des Embryo etc., Müller's Arch., 1834.
2. **v. Baer,** Ueber Entwicklungsgeschichte der Thiere. Beobachtung und Reflexion, zweiter Theil, 1837.
3. **Balfour,** Handbuch der Embryologie, deutsch von Vetter, zweiter Band, 1881.
4. **Bavay,** Note sur l'Hylodes martinicensis et ses métamorphoses, extrait, Ann. sc. nat., Zool., (5) XVII, 1873.
5. **Benecke,** Ueber die Entwicklung des Erdsalamanders, Zool. Anz., 1880.
6. **Boulenger,** Catalogue of the Batrachia gradientia s. caudata and Batrachia apoda, sec. ed., 1882.
7. **Boulenger,** Catalogue of the Batrachia salientia, sec. ed., 1882.
8. **Boulenger,** On the Reptiles and Batrachians of the Solomon islands, Trans. Zool. Soc., 1886.
9. **Camper,** Epistola ad Jo. Frid. Blumenbach de caudatis piparum gyrinis, Comm. Soc. Reg. Scient. Gotting., IX, 1789.
10. **v. Chauvin,** Ueber das Anpassungsvermögen der Larven von Salamandra atra, Z. f. w. Z., XXIX, 1877.
11. **v. Chauvin,** Die Art der Fortpflanzung des Proteus anguineus, Z. f. w. Z., XXVI, 1876.
12. **Duméril,** Mém. Soc. Cherbourg, IX; citiert nach Peters.
13. **Espinosa,** Bello y, Zoologische Notizen aus Puerto Rico, frei bearbeitet von E. v. Martens, Zoolog. Garten, herausg. von Noll, 1871, pag. 348.
14. **Ferguson,** Singular Ceylonese Frogs, Ann. and Mag. Nat. Hist., (4), XVIII, 1876.
15. **Fitzinger,** Neue Classification der Reptilien, 1826.
16. **Greeff,** Ueber Siphonops thomensis Barb. d. Boc., Beitrag zur Kenntniss der Coecilien, Sitz. Ber. Ges. Naturw. Marburg, 1884.
17. **Günther,** Notes on the mode of propagation of some Ceylonese Treefrogs, Ann. and Mag., (4), XVII, 1876.
18. **Hensel,** Beiträge zur Kenntniss der Wirbelthiere Süd-Brasiliens, Arch. f. Naturg., Jahrg. XXXIV, 1, 1867.
19. **v. Ihering,** On the oviposition in Phyllomedusa Iheringii, Ann. and Mag. Nat. Hist., (5), XVII, 1886, pag. 461.
20. **v. Kölliker,** Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höhern Thiere, 1879.
21. **Kupffer,** Die Gastrulation an den meroblastischen Eiern der Wirbelthiere etc., Arch. f. Anat. und Entw., 1882 und 1884.
22. **Leydig,** Die Molche (Salamandrina) der würtembergischen Fauna, Arch. f. Naturg., 1867.
23. **Leydig,** Ueber die allgemeinen Bedeckungen der Amphibien, Arch. f. m. An., XII, 1876, pag. 218.
24. **Leydig,** Die anuren Batrachier der deutschen Fauna, 1877.
25. **de l'Isle,** Mémoire sur les moeurs et l'accouchement de l'Alytes obstetricans, Ann. sc. nat., Zool., (6), III, 1876.
26. **Malbranc,** Von der Seitenlinie und ihren Sinnesorganen bei Amphibien, Z. f. w. Z., XXVI, 1876.
27. **v. Martens,** Die preussische Expedition nach Ost-Asien, Zoologischer Theil, 1, pag. 115, 1876.
28. **Michahelles,** Beiträge zur Naturgeschichte des Proteus anguinus, Isis 1831, pag. 499.
29. **Müller, Joh.,** Kiemenlöcher an einer jungen Coecilia hypocyanea, Isis 1831, pag. 709.
30. **Müller, Joh.,** Beiträge zur Anatomie und Naturgeschichte der Amphibien, Tiedemann & Treviranus, Zeitschr. f. Physiologie, IV, 1832.
31. **Müller, Joh.,** Ueber die Kiemenlöcher der jungen Coecilia hypocyanea, Müller's Archiv, Jahrg. 1835.
32. **Peters,** Eine junge Caecilia glutinosa (Epicrium hypocyaneum) mit Kiemenlöchern aus Malacca, Monatsber. Berl. Akad., 1864.
33. **Peters,** Ueber die Entwicklung der Caecilien und besonders der Caecilia compressicauda, Monatsber. Berl. Akad., 1874.

34. **Peters,** Ueber die Entwicklung der Caecilien, Monatsb. Berl. Akad., 1875.

35. **Peters,** Ueber die von Hrn. Buchholz in Westafrika gesammelten Amphibien, Monatsb. Berl. Akad., 1875.

36. **Peters,** Ueber eine von Hrn. Viceconsul L. Krug und Dr. J. Gundlach auf der Insel Puertorico gemachte Sammlung von Säugethieren und Amphibien, sowie über die Entwicklung eines Batrachiers, Hylodes martinicensis Dum. und Bibr. ohne Metamorphose, Monatsb. Berl. Akad., 1876.

37. **Peters,** Ueber die Eintheilung der Caecilien etc., Monatsb. Berl. Akad., 1879.

38. **Sarasin,** Ueber die Entwicklungsgeschichte von Epicrium glutinosum, Arb. d. zool.-zoot. Inst. Würzburg, VII, 1885.

39. **v. Schreibers,** Ueber die specifische Verschiedenheit des gefleckten und schwarzen Erdsalamanders oder Molches und der höchst merkwürdigen, ganz eigenthümlichen Fortpflanzungsweise des letzteren, Isis, 1833, pag. 525.

40. **Schulze, F. E.,** Zur Fortpflanzungsgeschichte des Proteus anguineus, Z. f. w. Z., XXVI, 1876.

41. **Spengel,** Das Urogenitalsystem der Amphibien, Arb. d. zool.-zoot. Inst. Würzb., III, 1876.

42. **Spengel,** Die Fortpflanzung des Rhinoderma Darwinii, nach Iimenez de la Espada, Z. f. w. Z., XXIX, 1877.

43. **Vogt,** Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der Geburtshelferkröte, 1842.

44. **Wagler,** Natürliches System der Amphibien, 1830.

45. **Weinland,** Ueber den Beutelfrosch, Müller's Arch., 1854.

46. **Wiedersheim,** Die Anatomie der Gymnophionen, 1879.

Anmerkung: Die neuere Arbeit von Cope über die Amphiumiden in: Proceedings of the American Philosophical Society, vol. XXIII, Philadelphia, 1886 ist uns bis jetzt nicht zugänglich gewesen.

# Tafel I.

Fig. 1. Brutpflege des Ichthyophis glutinosus.

Fig. 2. Reife Eierstockseier in natürlicher Grösse, ihnen anlagernd eine Anzahl noch unentwickelter Eichen.

Fig. 3. Querschnitt durch ein der Reife nahes Ovarialei.

Fig. 4. Dotterkorn nach Pressung mit dem Deckglas.

Fig. 5. Die Eiweisshüllen des Eies, schematisch dargestellt.
*mch* Membrana chalazifera. *ch* Chalazen. *ew* Der ungedrehte, die Eier sammt den Chalazen umschliessende Eiweisschlauch.

Fig. 6. Ein Eipol vergrössert mit seiner Chalaze.

Fig. 7. Frisch gelegtes Ei in natürlicher Grösse.

Fig. 8. Ein Klümpchen frisch gelegter Eier in natürlicher Grösse.

Fig. 9. Ein Klümpchen Eier, welche schon ältere Embryonen enthalten, in natürlicher Grösse.

9.

4.

1.

2.

7.

5.

6.

3.

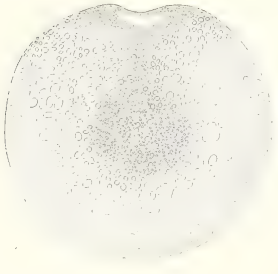


Fig. 1 Mützel, 2–8 Sarasin, 9 de Alwis del.

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M

C. W. Kreidels Verlag, Wiesbaden

## Tafel II.

Fig. 10—17. Successive Entwicklungsstadien von Ichthyophis.
Da im Texte selbst die einzelnen Bilder besprochen sind, verweisen wir zur Vermeidung von Wiederholungen auf die Seitenzahl.

Fig. 10. Seite 15.

Fig. 11. Seite 15.

Fig. 12. Seite 15—16.

Fig. 13. Seite 16.

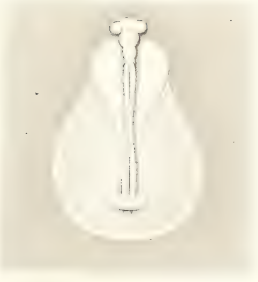
Fig. 14. Seite 16.

Fig. 15. Seite 16.

Fig. 16. Seite 16—17.

Fig. 17. Seite 17.

Fig. 18. Der Embryo Fig. 17 mit den ihn umgebenden Höfen im Verhältniss zur Dotterkugel.



Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

C. W. Kreidels Verlag, Wiesbaden.

## Tafel III.

Fig. 19. Schematischer Längsschnitt durch den Embryo Fig. 17 und den zugehörigen Dotter (Seite 17—18).

Fig. 20. Ein Stück des zerklüfteten Dotters aus derselben Serie (Seite 18).

Fig. 21. Das auf Fig. 17 folgende Stadium (Seite 18).

Fig. 22. Kopf desselben Embryos von der Seite.

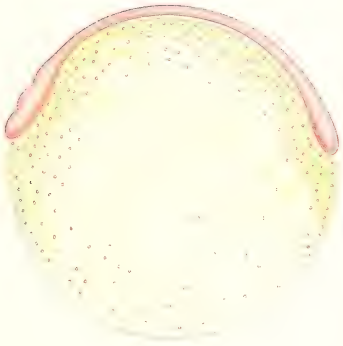
Fig. 23. Vorderhirn von unten mit den Riechgruben.

Fig. 24. Derselbe Kopf von oben mit den Ohranlagen.

Fig. 25—28. Köpfe verschiedener Embryonen.

Fig. 29. Schnitt durch eine Keimscheibe am Ende des Furchungsprocesses (Seite 13—14).

19.



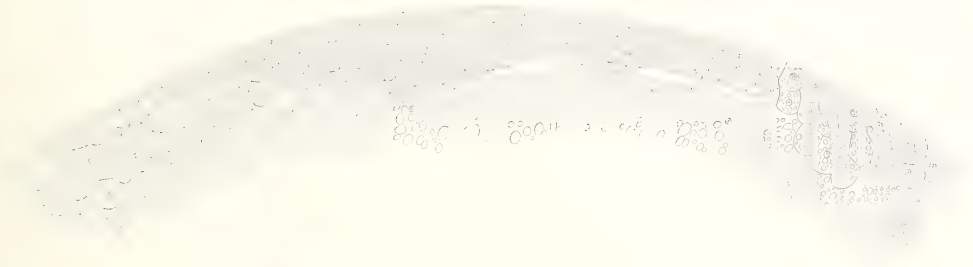
21.

22

23

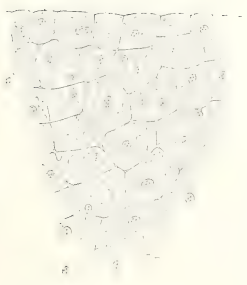
24.

29.



25.

20.



26.

27

28.

Sarasin del.

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

C. W. Kreidels Verlag, Wiesbaden.

# Tafel IV.

Fig. 30. Embryo auf seinem Dotter (Seite 19).

Fig. 31. Derselbe in natürlicher Grösse.

Fig. 32. Kopf desselben von unten.

Fig. 33. dito von oben.

Fig. 34. dito von vorne.

Fig. 35. Etwas älteres Stadium als Fig. 30.

*vh* Vorderhirnhemisphäre. *mh* Mittelhirn. *hh* Hinterhirn. *d IV* Dach des vierten Ventrikels. *sb* Scheitelbeuge. *nb* Nackenbeuge. *n* Nase. *a* Auge. *o* Ohr. *I* Mandibularfortsatz. *ok* Dessen Oberkieferast. *II* Hyoid. *III*, *IV*, *V* Kiemenknötchen. *h* Herz.

Fig. 36. Weiteres Stadium (Seite 20).

Fig. 37. Kopf dieses Embryos von oben.

Fig. 38. Aelterer Embryo mit äusseren Kiemen und Hautsinnesorganen (Seite 20—21).

Fig. 39. Kopf desselben von unten, um die Vertheilung der Sinnesorgane zu zeigen.

Fig. 40. Dito von oben.

Fig. 41. Schwanz desselben Embryos mit Flossensaum, Myomeren und Sinnesorganen.

52.

50.

53.

51.

54.

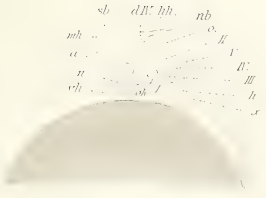
58.

49.

40.

57.

55.




56.

41.

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankf.

C.W. Kreidel Verlag, Wiesbaden

## Tafel V.

Fig. 42. Embryo auf dem gefässreichen Dotter.

Fig. 43. Embryo in natürlicher Grösse mit den äusseren Kiemenfedern und dem Dotter.

Fig. 44. Schwanz desselben Embryos von der Seite mit den Stummeln hinterer Extremitäten.

Fig. 45. Derselbe von unten mit den Extremitäten und dem wulstigen Kloakenrand.

Fig. 46. Ausgewachsener Embryo in natürl. Grösse.

Fig. 47. Derselbe in seiner Eihülle zusammengekrümmt.

Fig. 48. Kopf desselben Embryos. Unterhalb der hintersten Kiemenfeder ist ein Kiemenloch durchgebrochen.

Fig. 49. Jüngste Larve in natürl. Grösse.

Fig. 50. Aelteste Larve in natürl. Grösse.

Fig. 51. Kopf einer Larve mit den Hautsinnesorganen; Kiemen fehlen, nur ein Kiemenloch jederseits.

Fig. 52. Larve von oben mit den Seitenlinien.

Fig. 53. Kopf einer Larve von oben.

Fig. 54. Dito von unten, um die Vertheilung der Hautsinnesorgane zu zeigen.

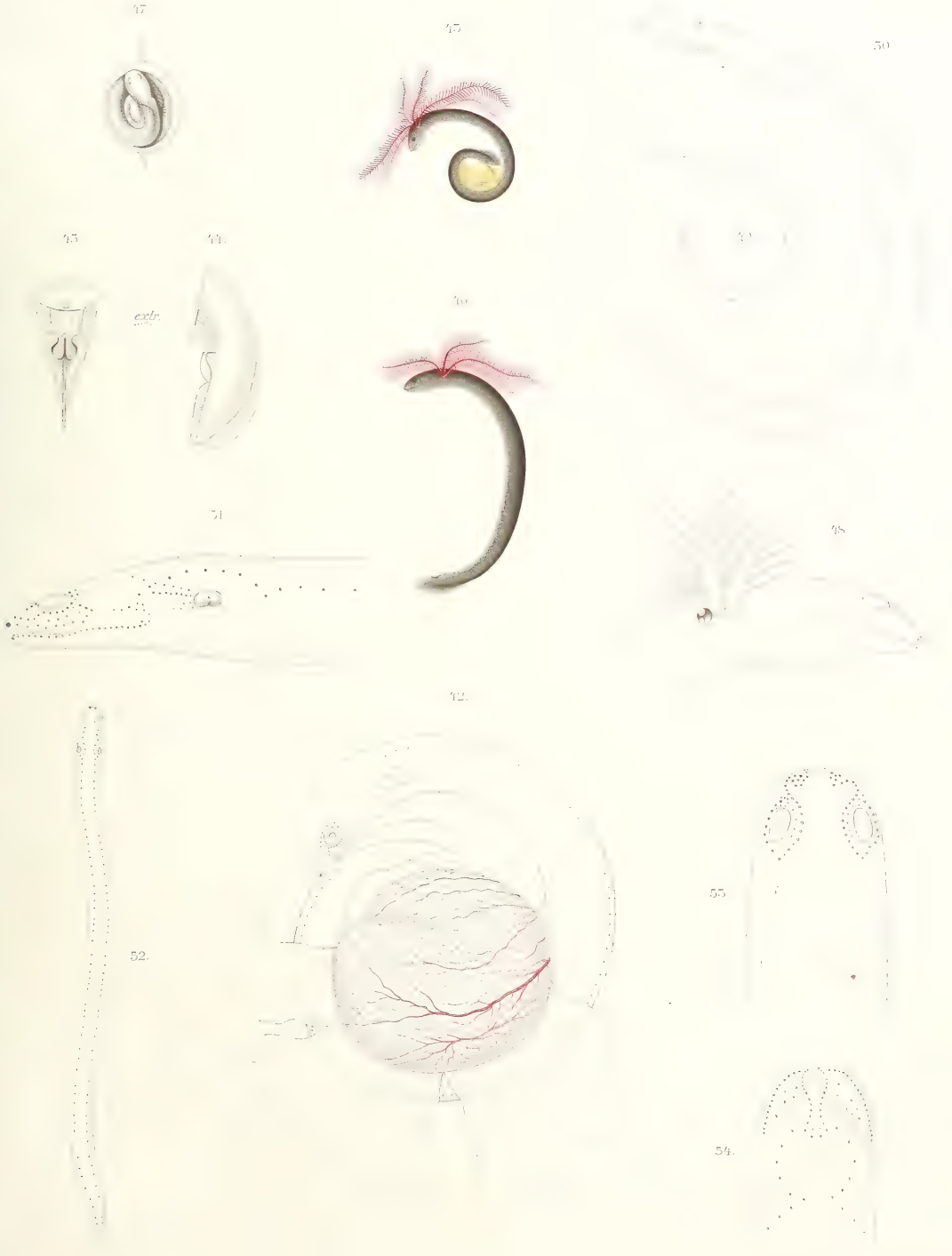



Fig 43 u. 46 de Alwis, cactera Sarasin del

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

# ERGEBNISSE

NATURWISSENSCHAFTLICHER

# FORSCHUNGEN

AUF

# CEYLON

IN DEN JAHREN 1884—1886

VON

Dr. PAUL SARASIN und Dr. FRITZ SARASIN.

**ZWEITER BAND.**

ZWEITES HEFT.

**Zur Entwicklungsgeschichte und Anatomie der ceylonesischen Blindwühle Ichthyophis glutinosus.**

Zweiter Theil: Die Seitenorgane der Larve, die letzten Endigungen der Blutcapillaren in den Intercellularräumen der Epidermis, Becherzellen und Cuticularborsten, Körperringel und Schuppen, Bau und Entwicklung der Cutisdrüsen.

*MIT SECHS TAFELN.*

WIESBADEN.
C. W. KREIDEL'S VERLAG.
1887.

# ZUR ENTWICKLUNGSGESCHICHTE UND ANATOMIE

DER

# CEYLONESISCHEN BLINDWÜHLE ICHTHYOPHIS GLUTINOSUS

## (EPICRIUM GLUTINOSUM AUT.).

ZWEITER THEIL.

HIERZU TAFEL VI, VII, VIII, IX, X, XI.

DIE

# SEITENORGANE DER LARVE VON ICHTHYOPHIS GLUTINOSUS.

HIERZU TAFEL VI, VII.

In der Epidermis der Larve von Ichthyophis glutinosus finden sich die Seitenorgane in reicher Verbreitung. Wir haben sie in den Figuren 51, 52, 53, 54 und 42 auf Tafel V dargestellt, soweit wir ihre Vertheilung mit der Lupe erkennen konnten. Wir unterschieden gröbere und feinere Punkte und merkten dies auch in der Zeichnung an. Doch nicht allein die Larve, sondern auch schon der Embryo besitzt die Organe, und zwar treten dieselben in einem sehr frühen Entwicklungsstadium auf, wo die äusseren Kiemen noch im Heranwachsen sind, und wo ein noch grosser Dottersack die frühe Entwicklungsstufe des Geschöpfes bezeichnet (vergl. Taf. IV, Fig. 38).

Die angezogenen Abbildungen ergeben deutlicher als Worte die reiche Besetzung der Kopfhaut durch die Organe, deren Vertheilung sehr an dasjenige erinnert, was darüber von anderen Amphibien bekannt geworden ist. Dagegen findet sich längs des Leibes, wo sonst überall unter den Amphibien durch Malbranc[14]) drei Seitenlinien nachgewiesen worden sind, bei der Ichthyophislarve nur eine einzige, wobei wir anmerken, dass das, der Ichthyophislarve so sehr ähnlich sehende derotreme Amphiuma auch drei Seitenlinien aufweist.

Diese kleine Differenz hat für phylogenetische Betrachtung sicherlich geringes Gewicht, da bei allen Amphibien die ursprüngliche Existenz einer einzigen Linie nach Analogie der Befunde bei Fischen auch von Malbranc für wahrscheinlich gehalten wird.

Von der Seitenlinie entspricht je ein Organ einem Wirbel, resp. Myomeren; die Anordnung der Organe ist also segmental, wie dies auch von den anderen Amphibien schon längst bekannt geworden ist. Dabei sei schon jetzt hervorgehoben, dass die ausgesprochene Hautringelung von Ichthyophis mit obiger Segmentation nichts zu thun hat; es fallen auf einen Wirbel zwar je ein Seitenorgan, dagegen drei bis vier Hautringel.

Bei der histologischen Bearbeitung der Seitenorgane ergab sich zunächst, dass wir es bei der Ichthyophislarve mit zwei, in ihrer Ausbildung von einander gänzlich verschiedenen Gebilden zu thun haben, von denen die einen die Form der als Hügelorgane

oder Nervenhügel bekannten Epidermisverdickungen, die anderen die Gestalt einer der Epidermis eingebetteten Flasche aufweisen.

Solche Organe, wie sie in der Mundhöhle sämmtlicher Wirbelthiere gefunden werden und welche bei Fischen, Amphibien und selbst Reptilien sich auch auf die äussere Körperhaut, speciell die Lippen verbreiten und jetzt meistens Geschmacksknospen genannt werden, haben wir im Munde der Ichthyophislarve sehr spärlich, auf der äusseren Haut derselben jedoch gar nicht angetroffen.

Wir beginnen unsere Besprechung mit den hügelartigen Sinnesorganen.

## I. HÜGELORGANE.

Hierzu Tafel VI, Figg. 1—10.

Bei der Ichthyophislarve erreichen die Hügelorgane eine schöne Ausbildung, wie sie bei anderen Amphibien kaum gesehen worden ist. Figg. 7 und 8 auf Tafel VI zeigen zwei auf einander folgende Schnitte durch eines derselben. Es repräsentiert dasselbe einen, einer Cutispapille aufsitzenden Nervenhügel, dessen Centrum von birnförmigen Sinneszellen (sn) und dessen Hülle von langgestreckten Stützzellen (st) gebildet wird. Die Zahl der Sinneszellen ist nicht gross, etwa vier bis acht oder wenig mehr. Jede derselben verlängert sich in einen Fortsatz (Figg. 4 und 5), welcher gegen aussen ein starres Haar trägt (Fig. 10). Alle von solchen Haaren gegebenen Beschreibungen passen auch auf diese: sie fallen sehr leicht ab, sind überhaupt schwer wahrzunehmen und am besten noch auf Flachschnitten von oben zu erkennen, wo durch ihre verbreiterte, stark lichtbrechende Basis ihre Lage bezeichnet wird. Wir erhalten so Bilder, wie sie vielfach gegeben worden sind. Nach unten zu scheint jede Sinneszelle in einen Fortsatz überzugehen, wie Fig. 7 (n) es darstellt, und dieser endigt in einem kleinen, etwa aus vier Ganglienzellen bestehenden Nervenknötchen (Figg. 7, g und 9, g), welches das Endgebilde eines von der Cutis heraufsteigenden Nervenastes bildet. (Ueber dieses Verhältniss vergleiche auch: Leydig,[11]) pag. 334; [12]) pag. 25; [13]) pag 253. Merkel,[16]) pag. 2, 3 und a. a. O. Blaue,[1]) pag. 245).

Die Stützzellen, welche den von den Sinneszellen gebildeten Kern des Organs umhüllen, tragen einen langen, zungenförmigen Fortsatz, welcher bis zur Kuppe des Hügels reicht; der Kern der Zelle liegt stets an der Basis.

Nach aussen von den Stützzellen folgen die gewöhnlichen Epidermiselemente in ihrer spindelartigen Form den Uebergang vom Cylinderepithel der tiefsten Epidermisschichte zu der langgestreckten Gestalt der Stützzellen darstellend.

Hervorzuheben ist, dass an den äusseren Stütz- und den nächstliegenden Epidermiszellen leicht gesehen werden konnte, wie die Basis derselben nach unten zu in eine oder auch mehrere kleine Spitzen sich auszog, wie dies schon von früheren Beobachtern wieder-

holt hervorgehoben wurde. In den meisten Fällen sahen wir nur eine einzige an einer Zelle. Von diesen Spitzen nimmt je ein feiner Faden seinen Ausgang. Der Verlauf desselben ist entweder ganz gerade, oder geschweift; er durcheilt die beiden derben Bindesubstanzlagen unterhalb des Organs und entzieht sich dann dem Blicke (Figg. 2, 7, 8, 9 bg).

Diese Fäden, welche zu erkennen durchaus keine Schwierigkeit bereitet, hatten wir schon seiner Zeit in Ceylon wahrgenommen und von der Arbeit Pfitzner's über Nervenendigungen im Epithel[17]) uns in der Deutung dahin leiten lassen, dass dieselben in der That Nerven vorstellten, zu welcher Meinung wir noch dadurch verführt wurden, dass dieselben insgesammt im Umkreis eines Organs nach der Richtung hinzogen, wo ein Nervenast aus den tieferen Schichten der Cutis heraufdrang (Figg. 8 und 9). Wir vermochten nun aber auch an vielen anderen Orten diese Fäden nachzuweisen, an Stellen und unter Verhältnissen, welche eine Beziehung dieser Zellenfortsätze auf Nervenfasern durchaus ausschlossen und uns danach hindrängten, in diesen Epidermiszellenfortsätzen die Ausläufer von Bindegewebszellen zu erkennen; ja einmal sahen wir drei solcher Fäden in einer einzigen sternförmigen Zelle endigen, welche zwar zu einem Nerven einen Ast abzugeben schien, ein Punkt, über welchen wir aber neuerdings in Zweifel gefallen sind (vergl. Leydig,[12]) p. 52 ff.; [18]) p. 122; Solger,[23]) I, p. 104; Sarasin,[18]) p. 97).

Das Ergebniss des Gesagten wäre, dass die Elemente der Epidermis durch Ausläufer, Pseudopodien, mit den Zellen des Bindegewebes in Verbindung ständen, wie sie schon durch Substanzbrücken unter sich vereinigt sind. Dies ist für den Kenner eine alte Sache; sagt doch schon M. Schultze 1862[19]) p. 6: „Die zahlreichen Angaben über die Verbindung von Epithelialzellen-Ausläufern mit Bindegewebszellen, wie sie im Wesentlichen übereinstimmend von Hannover, Bidder und seinen Schülern, Stilling, Bergmann, Luschka, Billroth, Heidenhain u. A. beschrieben sind, enthalten so viele Hindeutungen auf einen an vielen Stellen stattfindenden allmähligen Uebergang von Bindegewebe in Epithel, dass wir dieselben bei Behandlung unseres Gegenstandes nicht gering anschlagen dürfen.“ —

Unterhalb eines jeden Hügelorgans befindet sich ein, im Verhältniss zum Organe selbst sehr weit gebauchter Blutsinus, welcher einen Ring mit sehr engem Lumen bildet und welcher nach verschiedenen Seiten in Capillaren ausläuft (Figg. 1, 3, 7, 8, 9, bl). Ein Säulchen von Bindesubstanz durchzieht den Blutring und umhüllt das Nervenästchen, welches von dem der Epidermis entlang laufenden Nerven dem Hügelorgane zueilt (Figg. 1, 7, 9 bs). Die öfters papillenartig erhobene Basis des letztern besteht aus geschichteter Bindesubstanz, und innerhalb derselben schwillt der Nerv zu dem oben erwähnten kleinen Ganglienknoten (Figg. 7 und 9, g) an, von welchem einzelne Zellen durch Bindesubstanz von den übrigen losgetrennt sein können (Figg. 7 und 8, gz).

Eine solche Einschiebung eines Ganglions zwischen die Sinneszellen und den zulaufenden Nerven erinnert an viele Analogieen, besonders unter den Wirbellosen. Wahrscheinlich ist, dass je einer Sinneszelle eine Ganglienzelle entspricht. —

Wie bei anderen Amphibien, so ist auch bei der Larve von Ichthyophis glutinosus die Form des besprochenen Organs eine wechselnde. Die schöne Gestalt eines abgestumpften Kegels wie in Fig. 7 und 8 ist nicht häufig; von etwas abgeflachter Form ist ein in Fig. 9 im Umriss gezeichneter Hügel, und diese Sorte ist sehr gewöhnlich. Endlich kann das Gebilde, anstatt einen Hügel vorzustellen, oben grubenartig eingesenkt sein (Fig. 1). —

Ganz allgemein kommen in den Sinneszellen älterer Organe die stark lichtbrechenden Körperchen vor, welche vielleicht schon F. E. Schulze sah[21]) p. 65 und Leydig[13]) p. 100, Anm. für etwas parasitisches zu halten geneigt ist (Figg. 4 und 5, p).

Fast regelmässig haftet dem Gipfel der Organe ein Wölkchen schleimiger Substanz an, welche mit Borax-Carmin sich nicht färbt und ein dem Organ entstammendes Secret vorstellt (Figg. 1 und 3, sc). Die Zellen, welche dasselbe ausgeschieden haben, können sicherlich nur die Stützzellen sein, da die Sinneszellen sich ausgewiesen haben als mit einer Cuticularkappe versehen, welche sich als ein starres Haar kundgiebt. Den Stützzellen aber, die in grösseren Organen sich nicht nur um die Sinneszellen herumlegen, sondern auch zwischen dieselben sich einkeilen, müssen wir eine schwache secretorische Function zuschreiben und so das Organ in seiner Gesammtheit mit Leydig, welcher diese Anschauung von frühester Zeit an consequent vertrat, als Drüse und als Sinnesorgan zugleich auffassen, eine Betrachtung, die übrigens nahezu auf alle Sinnesorgane auszudehnen ist. Freilich berichtet Merkel[16]) p. 53, dass eine Membrana limitans die Stützzellenköpfe bedecke, wonach eine secretorische Funktion derselben alsdann ausgeschlossen wäre. Dies wird eben einer erneuten Prüfung anheimzustellen sein.

Das ins Auge gefasste Drüsensecret nun kann erstarren und bildet dann eine Röhre, wie sie F. E. Schulze[20 21]) bekanntlich bei den Fischen und Amphibien beschrieben hat. Was wir von diesem Gebilde gesehen haben, wollen wir unten bei der Besprechung der Entwicklung der Seitenorgane vorlegen.

## II. FLASCHENFÖRMIGE SEITENORGANE.

Hierzu Tafel VII.

Neben den eigentlichen Hügelorganen findet sich, reichlich über den Kopf der Larve und der älteren Embryonen zerstreut (der Seite des Körpers aber fehlend), eine zweite Form von Organen, welche ihres höchst interessanten Baues wegen unsere ganze Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen muss. Wie die aus vielen Einzelbildern construierte Fig. 25 zeigt, stellt ein solches Organ ein flaschenartiges Gebilde vor, in dessen Lumen, in regelmässigem Abstand von der Wandung ein stark lichtbrechender, keulenförmiger Körper schwebt, dessen äusseres, verschmälertes Ende frei ins umgebende Wasser schaut, ohne jedoch über die Epidermis hinauszuragen (vergl. Figg. 19, 20, 22, 24, 28, hk).

Wichtig ist zunächst der Bau der Wandung des Organs. Dieselbe besteht aus zwei Abtheilungen, einem oberen, den engen Ausführgang umkleidenden und aus gewöhnlichen Epidermiszellen bestehenden Theile mit die Zellköpfe bedeckender Cuticula (Figg. 24, 25, ep) und aus einer unteren, den Bauch der Flasche darstellenden und aus Sinnes- und Stützzellen gebildeten Partie. Diese letztere zeigt zu innerst eine Lage von birnförmigen Sinneszellen, deren Form sehr ähnlich ist derjenigen der Hügelorgane. Jede derselben trägt ein vielfach recht deutliches, lichtbrechendes, starres Haar (Figg. 19, 21, 25, 26, 29, 31, sn), und dieses läuft bis an die Oberfläche des oben erwähnten keulenförmigen Stäbchens und inseriert sich daselbst (Figg. 21, 25, 27, 29). Somit steht das Keulchen mit seinem verdickten unteren Theil auf den Spitzen der Haare der Sinneszellen. Die sich zuspitzende Substanz einer jeden Sinneszelle färbt sich mit Carmin meist ziemlich lebhaft und scheint gegen aussen zu allmählich zur Cuticula des Sinneshaares zu erstarren. Eine Grenze zwischen Haar und Zellsubstanz vermochten wir nicht zu erkennen.

Um die Sinneszellenschicht herum findet sich eine Lage von Elementen, die wir den Stützzellen der Hügelorgane vergleichen müssen (Figg. 19, 25, 26, st und a. a. O.). Ihre Fortsätze drängen sich zwischen die Sinneszellen selber ein (Figg. 25, 26 st). Diese Stützzellen wiederum sind von einer regelmässigen Lage spindelförmig und blasig gewordener Epidermiszellen umkleidet, welche wir Mantelzellen nennen wollen (Figg. 19, 25, 26 mt auf dem Längsschnitt und 30 auf dem Querschnitt). Die grossen Kerne derselben färben sich schwächer, als die der umgebenden Elemente, und so tritt diese Zellenschicht sehr klar zu Tage. Um die Mantelschicht herum sind oft die Epidermiszellen noch leicht verändert; auf dem angezogenen Querschnitt (Fig. 30) zeigen ihre Kerne eine abgeplattete Form. So auch verhält sich die zwischen den Mantel- und den inneren Stütz- und Sinneszellen gelegene Stützzellenlage.

An die Basis des Organs setzt sich in der Regel ein aus der Cutis kommender Nervenast, der mit einer kleinen, gangliösen Anschwellung endigt (Figg. 20, 25 n). Wir fanden denselben jedoch erst an der schon im Wasser lebenden Larve, noch nicht aber an den Embryonen vor.

Den ringförmigen Blutsinus, welcher wohl ganz regelmässig innerhalb der bindegewebigen Basis eines Hügelorgans angetroffen wird, suchten wir bei den flaschenförmigen Organen meistentheils vergeblich. —

Ueber die Function des in Frage stehenden Gebildes werden wir kaum in Zweifel gerathen; sie ist die des Gehörs. Das auf den Sinneshaaren stehende Keulchen nennen wir deshalb das Hörkeulchen, die Organe selbst die Nebenohren der Ichthyophislarve.

Wir wollen uns bei dieser Benennung nicht verhehlen, dass dieselbe Manchem unserer Leser etwas kühn erscheinen wird; haben doch auch die von Leuckart angezeigten Nebenaugen von Chauliodus und anderen Fischen sich schliesslich als Organe von ganz anderer Function ausgewiesen, als es nothwendig zu Anfang scheinen musste. Wir glaubten aber nicht unrichtig zu handeln, wenn wir mit der gewählten Bezeichnung unsere

Ansicht vom Bau und der Function eines Gebildes kennzeichneten, das ja doch so sehr an die nach aussen offenen Otocysten mancher Wirbellosen erinnert.

Fassen wir noch das Hörkeulchen näher ins Auge, so fällt es zwar durch starke Lichtbrechung auf, ist jedoch seinem Baue nach insofern kein ächter Otolith, als ihm der Kalk mangelt; ferner kein wahres Cuticulargebilde, denn in Kalilauge quillt es auf und löst sich. Dagegen glauben wir nicht zu irren, wenn wir es für ein starr gewordenes Drüsensecret halten, ausgeschieden von den Stützzellen des Organs und nunmehr als eine Art Otolith functionierend.

An dieser Stelle bemerken wir auch, dass es in Folge der Behandlung des Objectes leicht herausfällt, was wir bei der Manipulierung einzelner Schnitte behufs Ueberführung in Säuren oder Kalilauge wiederholt erfahren haben. So kann man in Schnittserien zuweilen auf ein Nebenohr stossen, in welchem das Keulchen vermisst wird, ursprünglich aber gewiss nicht gefehlt hat.

Die Probe für unsere Ansicht, dass wir es im besprochenen Gebilde mit einem Gehörorgane zu thun haben, war die Untersuchung des Ohres selbst. In Figur 32 bilden wir einen Schnitt durch die Macula des Sacculus ab, auf welchem einige Sinneszellen gerade sehr deutlich zu sehen waren. Denken wir uns dieses Gehörepithel zu einem flaschenartigen Gebilde zusammengebogen, so bekommen wir nichts anderes, als unser Nebenohr in vergrössertem Maassstabe. Die Sinneszellen bilden die innere, die Stützzellen die äussere Schicht der Wandung. Die Uebereinstimmung ist eine vollkommene, wie die verschiedenen mittelst des Prismas gezeichneten Bilder lehren. Das Hörkeulchen würde physiologisch dem Otolithen entsprechen; morphologisch aber ganz enge schliesst es sich, wie es scheint, an das unter dem Namen Cupula terminalis durch Lang, Kuhn, Hasse, Kölliker aus den Ampullen bekannt gewordene Gebilde an. Im Ganzen nimmt es sich aus wie ein Otolith, welcher, des eingelagerten Kalkes entbehrend, nur aus der organischen Grundsubstanz besteht.

Sehr schön entwickelt trafen wir die Nebenohren an dem in Fig. 46 auf Tafel V dargestellten, noch innerhalb der Eischale befindlichen Embryo; doch weisen auch alte Larven das Gebilde noch auf. Es scheint zuletzt, wie auch die Hügelorgane, drüsig zu degenerieren, indem das Hörkeulchen schwindet, die Zellen ihre Contouren einbüssen und Schleim ausscheiden. Auch treten in den Kernen der Sinneszellen die schon oben besprochenen lichtbrechenden Körperchen in verhältnissmässig grosser Zahl auf (Fig. 23).

Die Auffassung unseres Sinnesorganes als eines Nebenohres wird gewiss um so weniger Beanstandung finden, als schon die Hügelorgane wiederholt als eine Art von Gehörorgan niederer Ausbildung hingestellt worden sind, und nicht ohne Vergnügen ersieht man aus der literarischen Geschichte der hügelartigen Seitenorgane, wie Hand in Hand mit der genaueren Kenntniss des Baues auch das physiologische Verständniss gewonnen wurde.

Auf die Aehnlichkeit der Schleimcanäle der Fische mit den Ampullen des Gehörorganes machte zuerst Leydig[8]) (p. 180) aufmerksam. Später, in seinem Lehrbuche, ist er mehr

geneigt, die Seitenorgane den Tastorganen unterzuordnen, wo sie ihm aber auch nicht recht zu passen schienen, und so denkt Leydig schon hier daran, dass sie vielleicht Organe eines sechsten Sinnes sein könnten, eine Anschauung, welcher er vor allem in seinem 1868 erschienenen Werke[10]) Ausdruck gegeben hat. Dennoch findet sich in seinem Lehrbuche eine interessante Stelle, wonach das Lumen des Seitencanalsystems von einem klaren Fluidum erfüllt sei, etwa von der Dichtigkeit der Labyrinthflüssigkeit oder des Glaskörpers; bei Lepidoleprus werde ausserdem jeder Nervenknopf von einer noch dichteren, glashellen Gallertschicht mützenartig bedeckt, die sich leicht abheben lasse. Damit sah Leydig zuerst die Cupula und aus seinen Worten geht hervor, wie nahe er die Deutung des Seitenorgansystems als einer Art von Gehörorgan streifte[9]) (p. 204).

F. E. Schulze weist 1861 auf die Aehnlichkeit des Baues der Organe mit dem Epithel aus den Ampullen des Gehörorgans hin[20]), was er 1870 noch entschiedener ausspricht und dabei darauf aufmerksam macht, dass der Apparat geeignet sei zur Wahrnehmung von Massenbewegungen des Wassers, sowie von groben Stosswellen mit längerer Schwingungsdauer, als sie den, das Gehörorgan afficierenden Wellen zukommen. Er findet die Sinneshaare der Seitenorgane derber und kürzer als die des Ohres[21]).

Dercum[5]) bestätigt die Existenz der schon von Leydig beschriebenen gallertartigen Masse in den Seitencanälen und spricht sich ohne weiteres dahin aus, dass dieselbe durch ihre Vibrationen diejenige der Sinneshaare verstärke; und im Anschluss an die Maculae acusticae des inneren Ohres nennt er die Seitenorgane Maculae laterales.

Solger[23]) (I, p. 109) weist 1880 auf den Seitenorganen von Chimaera ein Gebilde nach, welches er der Cupula terminalis aus dem Gehörorgan vergleicht (siehe auch[22]). In der darauf folgenden Abhandlung wird auch die hyaline Röhre Schulze's der Cupula identificiert[23]) (II, p. 374).

Merkel hält das Gebilde des Seitencanals, welches Solger der Cupula verglich, für keinen geformten Organtheil, sondern für ein durch Reagentien hervorgerufenes Gebilde und erklärt auch Solgers Vergleichung der Cupula mit der hyalinen Röhre Schulze's für nicht zutreffend. Als eine Consequenz dieser Anschauung erscheint Merkel's Ausspruch, dass über die Function der Seitenorgane vollständige Klarheit wohl nie zu erlangen sein werde, da ähnliche Organe dem Menschen, ja allen höheren Wirbelthieren abgiengen. Im übrigen ist Merkel geneigt, die Hügelorgane functionell in den Kreis der Tastorgane zu ziehen, womit er sich denn der von Leydig 1857 zweifelhaft ausgesprochenen, später jedoch gänzlich verlassenen Vermuthung anschlösse[16]) (pagg. 24, 56 und Vorwort).

Viel richtiger erfasste die Sachlage Emery[6]), indem er an den Seitenorganen von Fierasfer eine Cupula eingehend beschreibt und Parallelen mit dem eigentlichen Gehörorgane zieht. Ausserdem schildert er bei Fierasfer eine Form der Seitenorgane, welche ganz auffallend mit der von uns gegebenen Beschreibung und Abbildung der Nebenohren der Ichthyophislarve zusammenstimmt, wonach ebenfalls in einer Einsenkung der Epidermis auf den Haaren von Sinneszellen ein keulenförmiger Körper schwebt, so dass man sich

sehr wohl versucht fühlen könnte, auszusprechen, dass die so merkwürdig modificierten, von uns Nebenohren genannten Gebilde in nahezu gleicher Ausbildung auch dem Knochenfische Fierasfer zukämen.

Sehr entschieden tritt für die Auffassung der Gehörfunction der Seitenorgane Mayser[15]) (p. 307) ein, da ihm der interessante Nachweis gelang, dass die hintere Acusticuswurzel zusammen mit dem Recurrens superior den Stamm des bekanntlich die Seitenorgane versorgenden Nervus lateralis bilde. Auch die zweite Trigeminuswurzel, welche die Nervenhügel des Kopfes innerviere, stamme vom Acusticus her. So erklärt Mayser, dass die Seitenorgane nichts anderes als ein über die Körperoberfläche ausgebreitetes accessorisches Gehörorgan darstellten, von dem, fährt er fort, „ich nicht gerade behaupten will, dass es Schallempfindungen zu vermitteln habe, dessen Function aber in den Bereich des zur Zeit noch unvollkommen erkannten Gehörsinns fallen wird."

Noch einen Schritt weiter geht Bodenstein[2]) (p. 137). Er vergleicht die gerinnende Flüssigkeit im Seitencanal der Knochenfische der Endolymphe, das epitheliale Rohr, welches vom Seitenorgan der Fische dargestellt wird, dem häutigen, die feste, aus Knorpel und Schuppensubstanz bestehende Canalwandung dem knorpeligen oder knöchernen Labyrinth des Gehörorgans. Das Seitencanalsystem erscheint so als eine ontogenetisch später auftretende Wiederholung des Gehörapparates.

Wright findet, dass das Seitenorgansystem in einem compensatorischen Verhältniss stehe zu dem zwischen Schwimmblase und Gehörorgan eingeschalteten Schallleitungsapparate. (Siehe Wright[25]); uns nicht zugänglich; citiert nach Solger[24]).

In neuester Zeit macht endlich Fritsch[7]) aufmerksam auf die „erstaunliche Aehnlichkeit des histologischen Baues der Endhügel mit demjenigen der Maculae acusticae im Gehörorgan der Fische." Beim Zitterwels seien ferner die Sinneshaare von besonderer Länge. Die Existenz einer Cupula wird zwar nicht beobachtet, jedoch als sehr wahrscheinlich hingestellt. —

Nachdem so ohne jeden physiologischen Versuch der Boden für die Auffassung der Seitenlinie als accessorischen Gehörorgans wohl vorbereitet war (die hinsichtlich der Seitenorgane angestellten Versuche hatten negative Resultate ergeben, vergl. Solger[22]), kann nun die Umwandlung einiger Nervenhügel in echte Gehörgane, welche aus einem gegen aussen offenen, einen Otolithen auf Sinneshaaren tragenden Becher bestehen, nicht mehr überraschen; gleichwohl erachten wir einige weitere Worte über unsere Resultate nicht für unnöthig.

Bleiben wir zunächst bei der Larve von Ichthyophis stehen, so erkannten wir an derselben zwei unter sich verschiedene Organe: ein nach aussen frei vorragendes, hügelförmiges und ein in die Epidermis eingesenktes, flaschenförmiges Organ. Dass Uebergänge zwischen beiden vorhanden sind, kann unsere Auffassung vom fertigen Gebilde nicht beeinträchtigen; die Form beider Organe ist so verschieden von einander, dass auch die Function nicht ganz die gleiche sein kann (vergl. Taf. VI, Fig. 6). Wir denken nun, dass die

nackten Nervenhügel für ein Hören sehr grober Wasserschwingungen dienen werden, wie sie F. E. Schulze für möglich schildert z. B. durch das Einherstossen eines Raubfisches.

Eine höhere Stufe des Hörvermögens erreichen die mit einem Otolithen versehenen Nebenohren, die wir auch speciell durch die Benennung ausgezeichnet haben, weil sie uns in sehr vielen Punkten mit den Otocysten vieler Wirbellosen übereinzustimmen scheinen.

Endlich wird das eigentliche Gehörorgan mit seinem Wahrnehmungsvermögen des Schalles da beginnen, wo die Nebenohren aufhörten, so dass wir drei, functionell stufenweise von einander verschiedene Gehörapparate an der Ichthyophislarve dargelegt hätten.

Nun wirft sich aber die Frage auf: Wie verhält es sich mit den hierher gehörigen Organen anderer Ichthyopsiden?

Bezeichnen wir die Hörorgane dritten Ranges, wie es bisher geschah, als Nervenhügel oder Hügelorgane, so kommen dieselben unter den Amphibien allen Perennibranchiaten und den Larven der Urodelen und Anuren, ferner sehr vielen Fischen, sei es dauernd oder nur in der Jugend zu. Diese Organe tragen oft eine Röhre oder einen Faden, Verhältnisse, auf welche wir im nächsten Abschnitte zurückkommen wollen.

Schwieriger gestaltet sich die Frage: Welchen Organen anderer Ichthyopsiden entsprechen die von uns „Nebenohren" genannten Hörorgane zweiten Ranges? Bei den Amphibien sind ähnliche Dinge noch nicht beschrieben worden; dagegen nehmen doch die Seitenorgane hier zuweilen eine so tiefe, becher- ja flaschenartige Form an, dass wahrscheinlich noch bei vielen Amphibien die Existenz der Nebenohren erwiesen werden kann. Wir möchten namentlich hinweisen auf die jüngst von Carrière[4]) am Axolotl gefundenen, überaus tief in die Epidermis eingesenkten Hügelorgane; und vielleicht könnte speciell die Untersuchung des der Ichthyophislarve so ähnlich sehenden Amphiuma in dieser Hinsicht lohnend ausfallen.

Unter den Fischen fanden wir Organe von einem den Nebenohren sehr ähnlichem Baue bei Fierasfer durch Emery beschrieben. Dann treffen wir in allgemeinster Verbreitung die in Canäle eingeschlossenen Nervenhügel, welche nach dem jetzigen Stand unserer Kenntnisse sich als complicierte Organe ausgewiesen haben, versehen mit einer Art Endolymphe und einer von Sinneshaaren getragenen Cupula.

Diese wollen wir auch zunächst in den Kreis der Gehörorgane zweiten Ranges ziehen, wenn sie auch im Bau mit den Nebenohren sich nicht genau decken, sondern eine besondere, nur den Knochenfischen zugehörige Form repräsentieren.

Die bei Plagiostomen beschriebenen Ampullen scheinen wiederum eine besondere Stufe des Gehörs zu bedeuten. —

Merkwürdig ist nun noch ein weiterer Punkt, dessen wir jedoch nur andeutungsweise gedenken wollen. All' die beschriebenen accessorischen Hörapparate zweiten und dritten Ranges kommen unter den Wirbelthieren nur den Ichthyopsiden zu; den Sauropsiden und Säugethieren fehlen sie. Was jedoch bei den letzteren auf der einen Seite verloren gieng, wurde an einem anderen Orte reichlich ersetzt durch den Erwerb der Schnecke,

welche den Fischen gänzlich abgeht, den Perennibranchiaten nur spurweise zukommt, und welche erst die auf dem Lande lebenden Amphibien in niederer Form der Ausbildung aufweisen, nachdem sie des accessorischen Gehörorgans verlustig gegangen sind.

So lässt sich aussprechen: Den auf dem Lande lebenden Vertebraten (von den sehr wahrscheinlich secundär dem Wasser angepassten Wirbelthieren, wie Crocodilen, einigen Schildkröten, dann den Cetaceen u. a. m. sehen wir ab) wird der Verlust des auf der äusseren Haut der im Wasser lebenden Vertebraten sich verbreitenden Nebenhörapparates durch die Schnecke ersetzt. Dieselbe nimmt ihre Entstehung Hand in Hand mit dem Verlöschen des Nebenhörapparates, welch letzteres hervorgerufen wird durch den Wechsel des Wohnortes, die Vertauschung nämlich des Wassers mit dem Lande. — —

Die Zahl der Nebenohren, welche die Ichthyophislarve in der Haut ihres Kopfes trägt, mag sich auf über hundert belaufen, und oft steht neben je einem Hügelorgan ein Nebenohr, wie Figur 6 Tab. VI zeigt, deren Umrisse mit dem Prisma gezeichnet sind, während die Einzelheiten eingetragen wurden. Den Seiten des Körpers fehlen die Nebenohren, so dass die eigentliche Seitenlinie nur durch die Nervenhügel repräsentiert ist. —

Endlich wollen wir nicht unterlassen, zu erwähnen, dass einige Versuche über die Function der Seitenorgane Bugnion[3]) (p. 302) angestellt hat, welche ihm selber wenig zu sagen schienen, welche aber im Lichte der jetzigen Betrachtung des Seitenorgansystems als accessorischen Gehörgans bedeutsam sind. Alaun, Soda, Kochsalz, verdünnte Säuren hatten keine besondern Wirkungen auf die Organe. Wurden dieselben jedoch mit einer Nadel gestochen, so warf sich das Thier (es war ein Proteus) lebhaft zur Seite und wand sich um sich selbst. Man wird dabei an die Flourens'schen Versuche an den Bogengängen erinnert.

## III. ENTWICKLUNGSGESCHICHTE DER SEITENORGANE.

Hierzu Tafel VI, Figg. 11—18.

Das erste Auftreten der Seitenorgane fällt in eine frühe Zeit der Entwicklung. An dem in Fig. 38 Tafel IV dargestellten Embryo zeigt sich das Folgende: Das im allgemeinen zweischichtige Epithel, welches besonders am Unterkiefer aus einer sehr regelmässigen Cylinder- und Plattenzellenlage sich aufbaut, zeigt von Stelle zu Stelle Erhöhungen, welche sich in einer Vergrösserung der die äussere Lage bildenden Zellen kundgeben. Wir bekommen so ein über die umgebende Epidermis sich sanft hügelförmig emporwölbendes Gebilde, dessen Existenz schon mit der Lupe wahrzunehmen ist (Fig. 11).

Der Gipfel des Organs kann sich zu einer Grube einsenken, indem sich ringförmig um ihn die Zellen der zweiten Lage vermehren und vergrössern (Fig. 12).

Auf Fig. 12 sieht man ferner, wie eine Zelle der äusseren Schicht, welche gerade in der Mitte des Hügels ruht, stärker als die anderen gewachsen ist und schon nahezu eine Form aufweist, wie sie die Sinneszellen besitzen (sn). Da es uns wahrscheinlich ist, dass alle folgenden Sinneszellen durch Theilung aus dieser einzigen hervorgehen, wollen wir sie die Sinnesurzelle nennen. (Vergleiche auch den unten folgenden Abschnitt über die Entwicklung der Cutisdrüsen.)

Ein weiteres Stadium ist durch Fig. 13 bezeichnet, wo das Organ wiederum aus zwei Schichten besteht, von denen die obere zwei grosse Kerne, Sinneszellen zugehörig, zeigt, indess die untere, die Cylinderlage, eine merkliche Veränderung aufweist. Während unterhalb der beiden Sinneszellen zwei Cylinderzellen ruhen, welche keine besonderen Eigenthümlichkeiten an sich haben, biegen sich die ihnen seitlich zunächst folgenden nach aussen, indem ihre distalen Enden offenbar auseinandergedrängt werden durch das Grössenwachsthum der Sinneszellen (Fig. 13, st).

Ein weiteres Stadium (Fig. 15 und besonders deutlich Fig. 17) erweist, dass diese äusseren Cylinderzellen Fortsätze nach oben treiben, welche kuppelförmig über den Sinneszellen zusammenneigen und sich so als die äusseren, langgestreckten Stützzellen kennzeichnen. Dass aus den inneren Zellen die Sinneszellen hervorgehen, erweist zweifellos die Figur 16 (sn), wo dieselben bereits deutliche Stiftchen tragen.

Aus dem Gesagten ergiebt sich, dass aus der ursprünglich zweischichtigen Epidermis die Hügelorgane sich in der Weise entwickeln, dass an einigen Stellen eine Zelle der äusseren Lage sich vergrössert und aus sich durch Theilung die Sinneszellen hervorgehen lässt, wogegen die Zellen der inneren oder Cylinderlage sich in die Länge strecken und theils zwischen die Sinneszellen sich einkeilen, theils becherartig dieselben umwachsen.

Die Form, welche die Organe jetzt erlangt haben, erinnert recht sehr an die der sogenannten Geschmacksknospen oder Becherorgane, und bis jetzt lässt sich nicht entscheiden, ob aus den Gebilden ein Nervenhügel oder ein Nebenohr werden wolle, so dass es sich als wahrscheinlich ergiebt, dass die Geschmacksknospen ähnlichen Organe, wie wir sie schon bei den Mollusken, Anneliden, ja sogar schon den Echinodermen antreffen, eine sehr frühe Stufe der Seitenorgane und damit ein Durchgangsstadium der zu Hörorganen niederer und höherer Ordnung ausgebildeten Hautsinnesorgane darstellen.

Die Entwicklung eines Hügelorgans ist unschwer aus dem Geschmacksknospen ähnlichen Gebilde abzuleiten, da wir ja auch solche Nervenhügel kennen gelernt haben, welche statt einer hügelartigen Erhebung eine Einsenkung repräsentierten. Das ausgebildete Hügelorgan stellt somit die ursprünglich zweischichtige, nunmehr specifisch veränderte Epidermis vor, wobei die untere Cylinderlage derselben durch die Stützzellen, die obere Lage durch die Sinneszellen repräsentiert wird. Die Continuität zwischen dieser oberen Schicht und den oberen Lagen der umgebenden Epidermis ist durch starkes Längenwachsthum der Stützzellen und Einkeilung ihrer Fortsätze zwischen die über ihnen liegenden Elemente unterbrochen worden.

Etwas anders scheinen die Nebenohren zu Stande zu kommen. Wie Figur 18 deutlich macht, schliesst sich das becherartige Organ, wie es in Fig. 16 und 17 dargestellt ist, gänzlich, und nun entsteht im Innern, oberhalb der Sinneszellen, wie in einem Gefässe, ein kugeliger, lichtbrechender Körper, wahrscheinlich intercellular, welcher die erste Form des Hörkeulchens vorstellt (Fig. 18, hk). Offenbar öffnet sich secundär das Organ nach aussen, und die sicherlich von den Stützzellen stammende Abscheidung gewinnt die Form eines Keulchens, wie wir dasselbe oben geschildert haben.

Die Stützzellen, welche hier das Keulchen erzeugten, fangen schon viel früher an, Secret auszuscheiden. Fig. 14, hr, zeigt, dass dasselbe kuppelförmig sich über der Sinnesstelle erheben und oben eine runde Oeffnung aufweisen kann; oder es bildet eine Art Cylinder, wie in Figur 15, hr; oder je eine Zelle scheidet je ein Plättchen aus, welches mit den benachbarten zu einem niederen Cylinder sich zusammenschliesst, wie Figur 17 zeigt; oder es wird nur ungeformter Schleim ausgeworfen, wie in Fig. 16, sc. Obschon diese Bilder nur von conservierten Embryonen gewonnen wurden, kann doch kein Zweifel darüber walten, dass wir es in all diesen Erscheinungen mit den Homologa der hyalinen Röhre Schulze's zu thun haben, welche demzufolge das festgewordene Secret der Stützzellen darstellte und auch ohne weiteres dem Hörkeulchen unserer Nebenohren und somit auch der Cupula im inneren Ohre und in den Schleimcanälen der Fische gleichzustellen wäre.

Schon 1868 neigt sich Leydig der Ansicht zu, dass die auf freistehenden Hügelorganen ruhenden Gebilde (er sah statt einer Röhre einen Faden über dem Organe ragen) ein festgewordenes Secret bedeuteten (vergl. z. B.[11]) p. 345). Man könnte es ebensowohl Cuticularsubstanz nennen, falls man, wie dies neuerdings zu geschehen scheint, den Begriff der Cuticula nicht unter chemischem Gesichtspunkte auffassen will.

Ueber die Entwicklungsgeschichte der Seitenorgane machte in neuerer Zeit Carrière[4]) einige Angaben, welche zeigen, dass beim Axolotl die Organe eine gleiche Entstehung nehmen wie bei der Ichthyophislarve; auch hinsichtlich der hyalinen Röhre stimmen die Angaben des genannten Autors mit den von uns gewonnenen Ergebnissen im Ganzen wohl überein.

Zum Schlusse noch einige zusammenfassende Worte über die muthmaassliche Bedeutung unserer Befunde. Ein ausgebildetes Seitenorgan, sei es Nervenhügel oder Nebenohr, lässt in seiner Ontogenie zwei Stadien unterscheiden: Sein erstes Auftreten geschieht (wahrscheinlich!) in Form einer einzigen Sinneszelle, der Sinnesurzelle; die zweite Durchgangsstufe erinnert an die Geschmacksknospe (Becherorgan). Fassen wir die Sinnesurzelle ins Auge, so mahnt ihre Form ungemein an eine der sogenannten Stiftchenzellen, wie sie Kölliker unlängst beschrieben hat (Z. f. w. Z., 43, 1886). Ja, die ganze erste Anlage des Seitenorgans: Sinnesurzelle mit vergrösserten Epidermiszellen der Umgebung (vergl. unsere Figur 12 der Tafel VI) ergiebt fast ganz genau das von Kölliker auf seiner Figur 14, Tafel II gezeichnete Bild. Denken wir uns, die Stiftchenzelle theile sich und die umliegenden Elemente verlängerten sich zu Stützzellen, so bekommen wir nichts anderes als ein Becherorgan. So stellen wir uns vor, dass die Seitenorgane auch

phylogenetisch ihre Entwicklung aus einer isolierten Sinneszelle, einer Stiftchenzelle nahmen, denselben Weg also einschlugen, wie er uns in der Ontogenie des Seitenorgans vorliegt. Diese isolierte Sinneszelle aber ist über das ganze Thierreich massenhaft verbreitet, mit alleiniger Ausnahme der niedersten Wesen; sie ist vielleicht der Ausgangspunkt für alle Sinnesorgane überhaupt. Das nächst höhere Organ würden wir in der Geschmacksknospe erkennen, welche im Wesentlichen nichts anderes repräsentiert als ein von Stützzellen umschlossenes Packet von Sinneselementen, welches nur wenig oder gar nicht über die Epidermis vorragt. Diese Form des Sinnesorgans hat ebenfalls schon unter den Wirbellosen weiteste Verbreitung, indem dieselbe sogar schon bei den Echinodermen vorkommt. Sie erhält sich bis hinauf zum Menschen.

So spiegelt sich das, was Häckel das biogenetische Grundgesetz genannt hat, auch in dem zwar kleinen, aber höchst wichtigen Gebilde des Seitenorgans wieder, und wir sehen in ihm die Mutterform der meisten Sinneswerkzeuge überhaupt, ja vielleicht auch der höchsten und letzten.

# Literaturverzeichniss.


1. **Blaue**, Untersuchungen über den Bau der Nasenschleimhaut bei Fischen und Amphibien, Arch. f. Anat. und Entw., 1884.
2. **Bodenstein,** Der Seitencanal von Cottus gobio, Z. f. w. Z., 37, 1882.
3. **Bugnion,** Recherches sur les organes sensitifs qui se trouvent dans l'épiderme du Protée et de l'Axolotl, Bulletin de la société Vaudoise des sciences naturelles, no 70, 1873.
4. **Carrière,** Die postembryonale Entwicklung der Epidermis des Siredon pisciformis, Arch. f. mikrosk. Anat., 24, 1885.
5. **Dercum,** The lateral sensory apparatus of fishes, Proceed. of the acad. of nat. sciences, Philadelphia, 1879.
6. **Emery,** Fierasfer, in Fauna und Flora des Golfes von Neapel, 1880.
7. **Fritsch,** Die äussere Haut und die Seitenorgane des Zitterwelses (Malopterurus electricus), Sitzungsber. d. k. preuss. Akad. der Wissensch., 1886.
8. **Leydig,** Ueber die Schleimcanäle der Knochenfische, Müller's Archiv, 1850.
9. **Leydig,** Lehrbuch der Histologie, 1857.
10. **Leydig,** Ueber Organe eines sechsten Sinnes, Leopoldina, 1868.
11. **Leydig,** Zur Kenntniss der Sinnesorgane der Schlangen, Arch. f. m. An., 8, 1872.
12. **Leydig,** Neue Beiträge zur anatomischen Kenntniss der Hautdecke und Hautsinnesorgane der Fische, Halle, 1879.
13. **Leydig,** Zelle und Gewebe, Bonn, 1885.
14. **Malbranc,** Von der Seitenlinie und ihren Sinnesorganen bei Amphibien, Z. f. w. Z., 26, 1876.
15. **Mayser,** Vergleichend anatomische Studien über das Gehirn der Knochenfische mit besonderer Berücksichtigung der Cyprinoiden, Z. f. w. Z., 36, 1882.
16. **Merkel**, Ueber die Endigungen der sensibeln Nerven in der Haut der Wirbelthiere, Rostock, 1880.
17. **Pfitzner**, Nervenendigungen im Epithel, Morph. Jahrbuch, 7, 1882.
18. **Sarasin, C. F. & P. B.,** Notiz über directe Communication des Blutes mit dem umgebenden Medium. Arb. a. d. zool. zoot. Inst. Würzburg, 8, 1886.
19. **Schultze, M.,** Untersuchungen über den Bau der Nasenschleimhaut, Halle, 1862.
20. **Schulze, F. E.,** Ueber die Nervenendigungen in den sogenannten Schleimcanälen der Fische und über entsprechende Organe der durch Kiemen athmenden Amphibien, Müller's Archiv, 1861.
21. **Schulze, F. E.,** Ueber die Sinnesorgane der Seitenlinie bei Fischen und Amphibien, Arch. f. m. Anat., 6, 1870.
22. **Solger**, Ueber die Seitenorgane der Fische, Leopoldina, 14, 1878.
23. **Solger**, Neue Untersuchungen zur Anatomie der Seitenorgane der Fische, I, Die Seitenorgane von Chimaera, Arch. f. m. An., 17, 1880; II, Die Seitenorgane der Selachier, ibidem; III, Die Seitenorgane der Knochenfische, Arch. f. m. An., 18, 1880.
24. **Solger**, Ueber functionelle und phylogenetische Beziehungen der Seitenorgane zum Gehörorgan der Wirbelthiere, Kosmos, 1886.
25. **Wright**, Some preliminary notes on the anatomy of fishes, Proc. of the Canadian Institute, 1885.

DIE

# LETZTEN ENDIGUNGEN DER BLUTCAPILLAREN IN DEN INTERCELLULARRÄUMEN DER EPIDERMIS.

HIERZU TAFEL VIII, FIGUR 33—41.

Bevor wir auf den speciellen Gegenstand näher eintreten, dessen Bedeutung die vorliegende Untersuchung hervorgerufen hat, erscheint es uns von Wichtigkeit, einen Ueberblick über die geschichtliche Entwicklung unserer Kenntnisse vom Intercellularsystem der Epidermis und dessen Beziehungen zum Körper des Thieres einerseits und zur Aussenwelt andererseits zu geben; und da es sehr lange Zeit gedauert hat, bis der eigentliche Entdecker der Intercellularräume, Leydig, von seinen Zeitgenossen in diesem Punkte verstanden wurde, so ist es gerade hier von grossem Interesse, zu sehen, welchen Gang die Erkenntniss der besprochenen Verhältnisse in der Geschichte der Wissenschaft genommen hat.

Bei der Darstellung derselben sind wir aber keineswegs der Meinung, als wären wir im Stande, einen vollständigen Ueberblick über die einschlägigen Ansichten darzubieten; wir hoffen aber, so glücklich gewesen zu sein, das Wesentliche aus der Literatur herausgegriffen zu haben.

Es war nichts natürlicher, als die schon mit der Entdeckung der Epidermis überhaupt entstandene Meinung, es schliesse dieselbe das Innere des mit Flüssigkeiten erfüllten Körpers gegen die Aussenwelt gänzlich ab; den Austausch von Gasen in der Lunge und der Haut, ebenso wie die damit Hand in Hand gehende Ausdunstung von Feuchtigkeit erklärte man sich durch das Gesetz der Endosmose. So suchte auch Leydig[16]), als er 1855 die Intercellularräume in Form von Canälen in der Epidermis von Cyclas cornea wahrnahm, die Bedeutung derselben in einer speciell den Mollusken zugeschriebenen, anatomischen Einrichtung. Man hatte sich nach dem Vorgange von v. Baer, delle Chiaje und v. Siebold[48]) (pag. 279) die Meinung gebildet, die Mollusken besässen neben ihrem Blutgefässsystem noch ein besonderes Wassergefässsystem, welches sich von aussen durch Oeffnungen des Integuments anfüllen lasse und so bei Muscheln und Gasteropoden einerseits der Athmung diene, wie etwa das Tracheensystem bei den Insecten, andererseits die

Schwellung des Fusses hervorrufe. Das Abschwellen dieses Organs werde erreicht durch Ausspritzen des Wassers. Die Oeffnungen des Wassergefässsystems auf der äusseren Haut nannte delle Chiaje Fori acquiferi. Von diesem Gesichtspunkte gieng Leydig aus, als er die Worte schrieb: „Ich erblicke (bei Cyclas) mit aller Schärfe die „Fori acquiferi" der Haut." Weiter: „Wendet man dem, durch die Wimperzellen gebildeten Saum seine Aufmerksamkeit zu, so markieren sich klar und deutlich in ihm helle Canäle, von ungefähr 0,0008‴ Durchmesser, einfach oder verzweigt. Die äussere Mündung ist zwischen den Flimmerhärchen angebracht, die innere geht in das Lückensystem über, welches zwischen der Fussmusculatur bleibt." „Die feinen Porencanäle münden direct ins Blutgefässsystem aus. Danach muss ich die vielfach angefeindete Lehre delle Chiaje's, der zufolge das Blutgefässsystem der Lamellibranchiaten nach aussen hin offen stehe, für vollkommen der Wahrheit entsprechend erklären."

Indem Leydig noch ausdrücklich verneint, dass neben dem Blutgefässsystem noch ein besonderes Wassergefässsystem existiere, war mit seinen Bemerkungen bei einer Muschel die directe Communication des Blutes mit dem umgebenden Wasser und damit zugleich das Intercellularsystem der Epidermis entdeckt.

In derselben Schrift wies Leydig auch die Intercellularräume der Drüsen nach, indem er von der Leber von Cyclas aussagt, es existierten zwischen den Epithelzellen derselben fadenförmige Gebilde, welche sich wie Secret ausnähmen; sie hiengen zuweilen mit dem den Follikelraum erfüllenden Secrete zusammen; sie seien selbst Secret der Leberzellen. Schon v. Siebold hatte dieselben gesehen, war aber über ihre Bedeutung im Unklaren geblieben.

1857 sprach sich Leydig in seinem Lehrbuche[17]) des weiteren folgendermaassen aus (pag. 107): „Die von mir gemachte Wahrnehmung, dass bei Cyclas cornea die Epithellage des Fusses von feinen Canälchen durchsetzt ist, durch welche die Bluträume zwischen der Fussmusculatur mit der Aussenwelt in Verbindung stehen, dürfte wahrscheinlich mit der Zeit als ein allgemeines Phänomen sich herausstellen."

Schon jetzt denkt Leydig an die Möglichkeit, dass die Canälchen der Epidermis der Respiration dienen könnten; denn auf Seite 394 heisst es: „Mir däucht, als ob der eigentliche Respirationsact bei den genannten Thiergruppen darin zu suchen sei, dass durch feine (Poren-) Canäle der Haut Wasser von aussen nach innen dringt und sich der Blutflüssigkeit beimischt."

Leydig vermuthet, dass in diesem Punkte zwischen Mollusken und Würmern Uebereinstimmung herrsche, indem wohl bei den Würmern durch die Hautporencanäle Wasser in das Leibesparenchym einsickere und durch die Segmentalorgane, zu Harn verändert, wieder austrete; das letztere geschehe bei den Mollusken durch die Niere. Und weiter auf Seite 442 lesen wir, dass bei den Acephalen und Cephalophoren morphologisch ein einziges Canal- oder Lückensystem den Körper durchziehe, welches Blut führe, aber

durch directe Aufnahme von äusserem Wasser physiologisch auch zugleich das Lymphgefässsystem repräsentiere.

Endlich lesen wir die interessante Bemerkung (pag. 441), dass in den Flügelstummeln von im Wasser lebenden Insectenlarven Blutcapillaren existierten, welche feinere Zweige nach aussen abgäben. Diese letzteren seien zu enge, um Blutkörperchen durchzulassen, und sie schienen mittelst ihrer letzten Ausläufer mit den Porencanälen der Haut zusammenzuhängen, wonach auch hier Mischung von Blut und Wasser stattfände, ohne dass dabei Blutkügelchen zu Verluste giengen.

Nach solchen Ergebnissen nun konnte natürlich nicht mehr die Rede davon sein, als seien die nachgewiesenen Porencanäle der Epidermis die von delle Chiaje geforderten Fori acquiferi zum Einlass des Wassers behufs Schwellung des Fusses bei Acephalen und Gasteropoden, sondern die ausserordentliche Verbreitung dieser Einrichtung forderte eine ganz andere physiologische Deutung, und Leydig suchte dieselbe in der Respiration. Er nahm offenbar an, dass sauerstoffreiches Wasser direct in das Blut ströme und durch die bei den verschiedenen Thieren verschiedenen Niereneinrichtungen wieder aus dem Körper abfliesse.

Während so Leydig bei Wirbellosen die Intercellulargänge der Epidermis und ihre Ausmündungen einerseits nach der Aussenwelt, andererseits nach den Lymphräumen bei Anneliden, nach den Haemolymphräumen bei Muscheln, Schnecken und Insecten darlegte, machte Schrön 1863[45]) eine Entdeckung, durch welche er sich als den ersten Forscher erwies, welcher die Intercellularräume der Epidermis der Wirbelthiere sah; er irrte jedoch in der Auffassung des von ihm beobachteten. Schrön zufolge zeigt die Membran einer Zelle der Malpighi'schen Schicht eine feine, radiäre Streifung, hervorgerufen durch den Wechsel je einer hellen und einer dunkeln Linie; dabei schienen ihm die hellen Linien etwas breiter zu sein, was er jedoch auf optische Ursachen zurückführt. Er sah die Streifen zuweilen bis zum Kerne hinziehen. Offenbar von der Anschauung ausgehend, jede Zelle der Malpighi'schen Schicht der Epidermis sei von einer Membran umkleidet, etwa wie eine Eizelle von ihrem Chorion, erklärt er die radiären Streifen für Porencanäle derselben.

Die Deutung der von Schrön gesehenen Verhältnisse wird uns jetzt leicht. Seine breiteren, hellen Linien sind die Intercellularräume, seine dunkleren Porencanäle die Intercellularbrücken.

Die von Schrön angezeigten Verhältnisse deutet Max Schultze[46]) anders, indem er die Schrön'schen Porencanäle für falsch aufgefasste, den Epidermiszellen aufsitzende Stacheln erklärt, mittelst derer die Zellen in einander eingriffen, wie zwei auf einander gepresste Bürsten; so würden sie gegenseitig mechanisch festgehalten. Diese irrthümliche Ansicht Schultze's schlug sehr feste Wurzeln in den Schulen, wo bis in die neueste Zeit die besprochenen Verhältnisse nach dem Vorgange Schultze's erklärt wurden.

Unterdessen verfolgte Leydig seine Entdeckungen consequent weiter. In seinem Buche: Vom Bau des thierischen Körpers[18]) heisst es (pag. 68): „Bei zahlreichen

im Wasser oder wenigstens im Feuchten lebenden Wirbellosen ist die Blutflüssigkeit nicht ein reines Abscheidungsproduct der Zelle; sie besteht vielmehr einem guten Theil nach aus dem Wasser, welches direct von aussen aufgenommen sich dem Blute beigemischt hat.“ Limax agrestis fand Leydig auf nassen Steinen oft prall mit Wasser gefüllt. Bei Berührung liess die Schnecke das Wasser, wie es schien, durch die Niere abfliessen.

Ferner (pag. 106) wird auseinandergesetzt, dass Lymph- und Bluträume im Embryo der Wirbelthiere ein und derselbe Raum seien, wie es bei den Mollusken dauernd der Fall sei. Erst secundär grenzten sich einzelne Lymphräume zu Bluträumen ab.

Die auf Seite 174 beschriebene und auf Tafel IV Fig. 6[19]) gezeichnete Oeffnung an der Spitze des Rüssels von Lumbriculus und Enchytraeus, durch welche die Leibeshöhle mit der Aussenwelt in Verbindung stände, erkannte neulich Bülow[5]) (pagg. 75 und 81) für ein Sinnesorgan. Bei dieser Gelegenheit bemerken wir, dass uns auffällt, warum Leydig bei den angezogenen Stellen und auch später an anderen Orten nicht der schon von Willis 1672 angezeigten Rückenporen der Lumbriciden Erwähnung thut (cf. Perrier[36]), pag. 349), indem durch dieselben eine directe Communication der Lymphräume mit der Aussenwelt in hervorragendem Maasse geschaffen ist. Wahrscheinlich haben wir die diesbezüglichen Stellen übersehen. Auf Seite 67 steht die Bemerkung, „dass der bei einigen Käfergattungen, z. B. Coccinella, Timarcha, Meloë aus den Gelenken vorquellende, stark gelb oder roth gefärbte Saft, den man bisher für ein Drüsensecret hielt, das Blut dieser Thiere sei.“

1865 bringt Leydig[20]) folgende Angaben (pag. 61 ff.): Das bei Gasteropoden der Niere entströmende Wasser enthält immer eine Beimischung von Blut. Bei Planorbis corneus ist deshalb die abströmende Flüssigkeit roth. Es tritt die Erscheinung ein bei Beunruhigung und in Folge dessen starker Contraction des Thieres. Sehr klar sah Leydig das Abfliessen des Wassers durch die Niere bei Berührung eines bei Regenwetter prall gedunsenen Limax arborum, wie man sie häufig an Baumstämmen kriechend findet.

In seiner gleichzeitig erschienenen Arbeit über Phreoryctes Menkeanus[21]) zeigt Leydig auch am Rüssel von Nais eine Oeffnung in's Lymphsystem an, was nun nach Bülow's Entdeckung wohl auch ein Sinnesorgan sein wird. Dagegen sah er am Nais-Rüssel die Intercellulargänge des Epithels, wie er sie schon bei Cyclas wahrgenommen hatte (pag. 282).

Er fand auch prall mit Wasser gefüllte Regenwürmer, welche, in die Hand genommen, ihr Wasser entleerten — durch die Rückenporen, wie wir vermuthend beifügen (l. c. pag. 286, Anm.).

1866 findet Schweigger-Seidel im Epithel des Peritoneums der Frösche und Reptilien Oeffnungen, offenbar die Intercellularräume des Epithels[47]).

In seinem Werke über Organe eines sechsten Sinnes sagt Leydig[22]) (pag. 80) von der Reptilienhaut, dass dieselbe pneumatisch sei, weist aber Blanchard's Ansicht, es diene diese Einrichtung der Hautathmung, von sich, indem er dagegen geltend macht,

dass die Blutcapillaren in der Reptilienhaut durchaus nicht zahlreich seien, sondern etwa wie diejenigen im Schwanze der Batrachierlarven sich verhielten. Blanchard hatte nämlich 1861[4]) in den Schuppen der Scinke luftführende Röhren beschrieben, welche der Schuppe ein silberig glänzendes Aussehen gäben und offenbar der Hautathmung dienten. Wo das glänzende Aussehen fehle, wie z. B. bei Anguis, seien die Röhrchen mit Wasser gefüllt, und das hänge mit der Lebensweise des Thieres im feuchten Erdreich zusammen.

Im Jahre 1870 veröffentlichte Bizzozero eine kleine, vortreffliche Schrift[3]), worin er seine frühere Ansicht über die Schrön'schen Porencanäle, welche mit der Schultze'schen übereinstimmte (cf. Annali universali di Medicina 1864), dahin änderte, dass er aussagte, die Zellen der Malpighi'schen Schicht seien durch einen hellen Raum von einander geschieden. Durch denselben liefen die sogenannten Stacheln, je zwei Zellen verbindend. Dabei macht Bizzozero noch folgende wichtige Angaben: Fast überall im Thierreich werden die Elemente durch ein dichtes Netz von Haargefässen mit Nahrung versehen; wo diese fehlen, werden sie durch eine oft ungeheure Menge von Saftcanälchen substituiert, so im Bindegewebe, im Knochen, im Elfenbein. Eine Ausnahme macht das an Lebenserscheinungen sehr beschränkte Knorpelgewebe. Sehr starke Stoffumsetzung findet in der Epidermis und den Epithelien statt, worauf die beständige Abschuppung und unaufhörliche Neubildung von Elementen hinweist. Daraus ist auf einen starken Säftestrom in der Epidermis zu schliessen, wie denn auch nach leichten Reizen schon sich rasch Bläschen auf ihr entwickeln können. Diese Säfte nun strömen durch die zwischen den sogenannten Stacheln liegenden Räume, in welche auch sehr leicht Wanderzellen eindringen. In Fällen, wo das Epithelialgewebe sich lebhaft nährt und entwickelt, wie bei Cancroiden, Condylomen, vernarbenden Wunden sind die Intercellularräume weiter und die Stacheln länger. In der Hornschicht sind die Stacheln atrophisch geworden oder ganz verschwunden; so bilden sich bei Oberhautpusteln mit Flüssigkeit und Eiterkörperchen erfüllte Räume, welche zwischen der Malpighi'schen Schicht und der Hornschicht liegen. Die Eiterkörperchen durchwanderten von der Cutis aus die Intercellularräume der Epidermis.

Damit waren sowohl die Intercellularräume als die Substanzbrücken in der Epidermis der Wirbelthiere nachgewiesen und richtig aufgefasst.

1872 gelingt es Latschenberger[15]), die Intercellularräume des Drüsenepithels vom Lumen der Drüse aus zu injicieren, worauf 1873 Leydig die Existenz von Intercellulargängen in den Lippen-, Nickhaut- und Giftdrüsen der Schlangen anzeigt[23]), (pagg. 602, 614, 626). Die Gänge können mit glänzender Substanz erfüllt sein, wie dies schon 1855 in der Leber von Cyclas gefunden wurde. Ferner werden 1876[24]) die Intercellulargänge im Epithel von Limax und Helix angetroffen, und dann heisst es (pag. 225): „Wir können jetzt behaupten, dass sich die Batrachier im Hinblick der Aufnahme von Wasser durch die äussere Haut auf einer Linie befinden mit Muscheln, Schnecken und vielen anderen Wasserthieren: sie nehmen grosse Mengen von Wasser durch die Haut auf, welches unmittelbar in die Blut- und Lymphräume gelangt; das verbrauchte geht durch das Harn-

system ab.“ Auch die Reptilien haben das Bedürfniss, sich in's Wasser zu legen behufs Wasseraufnahme durch die Haut (vergl. auch pag. 228).

Damit sagt Leydig nichts anderes, als dass wie bei den Wirbellosen, so auch bei den Batrachiern in der Epidermis Intercellularräume existierten, welche gegen das äussere Wasser einerseits, gegen das Lymphsystem andererseits geöffnet seien. Von diesem aus gelangt dann das Wasser in's Blutgefässsystem, eine Anschauung, welcher er in einer anderen, im selben Jahre erschienenen Schrift[25]) mit folgenden Worten Ausdruck giebt (pag 313): „Somit liegt jetzt schon eine Reihe von Wahrnehmungen vor, dass sowohl bei niederen, als auch bei höheren Thieren für die Aufnahme von Stoffen zwischen den Zellen der äusseren Haut, der Schleim- und serösen Häute ausgebildete Intercellularräume bestehen, welche in die Lymph-, bei niederen Thieren auch in die Bluträume führen.“

Die Behauptung Leydig's, dass bei den Wirbelthieren das Intercellularsystem der Epidermis in die Lymphräume führe, erhielt ihre Bestätigung durch den Befund von Key und Retzius[14]), welche die Lymphbahnen der Cutis durch Einstich injicierten und von diesen aus ein System feinster Canäle im Rete Malpighii füllen konnten. Sie gaben an, dass die intercellulären Gänge ein reichliches, zusammenhängendes Netz bildeten. Ueber die Malpighi'sche Schicht gieng die Injectionsmasse nicht aus; sie staute sich an der Hornlage. Dagegen wurde nicht selten eine Füllung der Ausführgänge der Schweissdrüsen erhalten. Sonach steht nach Key und Retzius das Saftbahnsystem des Rete Malpighii nach innen mit dem Lymphgefässsystem direct im Zusammenhang, und es communiciert mit der Aussenwelt durch die Schweissdrüsen.

Wie weit v. Ihering von der richtigen Auffassung der dargelegten Befunde entfernt war, beweist seine 1876[12]) (pag. 418) geäusserte Bemerkung: „Das, was Leydig für in's Innere führende Canäle gehalten, sind nur Furchen, äusserlich gelegene Rinnen auf dem Epithel des Fusses.“

Leydig zögerte auch nicht mit der Zurückweisung in seiner Schrift über die Hautdecke und Schale der Gasteropoden[26]) (pag. 6). Hier spricht er auch von „den eigenthümlichen Canälen, wie sie jüngst aus dem Epithel der Schleimhaut der Nase von Säugethieren beschrieben wurden und sich von den Lymphräumen her mit Injectionsmasse füllen lassen.“ Leider ist die betreffende Schrift nicht genauer citiert, und so haben wir dieselbe nicht zu Gesicht bekommen. Eine andere Stelle in der angezogenen Arbeit wurde verhängnissvoll für spätere Auseinandersetzungen; sie lautet (pag. 7): „Es scheinen bei den Mollusken entweder zweierlei Intercellulargänge zu bestehen“ (nämlich solche für das Blut und solche, welche die Ausführgänge einzelner Drüsen vorstellen) „oder sie sind von einerlei Art, und nach Umständen kann durch jeden der Lückenräume die Substanz der Kalk- und Farbdrüsen durch das Epithel hindurch abfliessen.“

Während so einerseits die Untersuchungen über Intercellularräume ihren Lauf nahmen, wurden andererseits die Fori acquiferi delle Chiaje's und damit die Wasseraufnahme der Muscheln behufs Schwellung ihres Fusses weiter verfolgt, behauptet und

bestritten. Es würde uns aber von unserem Gesichtspunkte zu weit abführen, wenn wir uns in die Auseinandersetzung dieser speciellen Frage einlassen wollten; genug, dass wir zur Stunde trotz der vielen einschlägigen Arbeiten von L. Agassiz, v. Hessling, Kollmann, Carrière, Griesbach, v. Ihering, Schiemenz, Fleischmann noch nicht sicher sagen können, ob ächte Fori acquiferi nach dem Sinne delle Chiaje's den Mollusken überhaupt fehlen, oder ob sie doch den einen oder andern zuzuschreiben sind. So werden wir die einschlägige Literatur nur insofern berücksichtigen, als sie sich auf das Intercellularsystem allein bezieht.

1879 wurden die Intercellularräume ausser von Leydig von vier Beobachtern gesehen: von Ranvier, Flemming, Peremeschko und Pfitzner.

Um mit Leydig zu beginnen, so kam er in seiner Arbeit über den Pleurodeles Waltlii[27]) (pag. 223 ff.) auf das in Rede stehende Verhältniss zurück; ferner weist er in seiner Arbeit über die Hautdecke der Fische[28]) (pag. 7) Intercellularräume und -brücken bei Petromyzon nach. In dieser Schrift findet sich auch eine Stelle, auf welche wir unserer eigenen, unten folgenden Mittheilungen wegen besonders aufmerksam machen müssen. Er fand (pag. 52), dass die Lederhaut unterhalb der Epidermis frei nach aussen sich öffnende Lücken aufweise, welche bei Salamandra als die Oeffnungen zahlreicher an der freien Fläche ausmündender Canäle erschienen.

„Ich halte dafür, schreibt Leydig, dass ein Theil der zarten Endfäserchen der Epidermiszellen durch die Lücken und Spältchen — Canäle — hindurch mit den ebenso zart gewordenen Ausfranzungen der protoplasmatischen Zellen der Lederhaut zusammenhängen mögen." Es ständen durch die in diesen Canälchen liegenden Protoplasmafortsätze die Zellen der Epidermis und des Bindegewebes mit einander in Verbindung. Ferner ist Leydig der Ansicht, das Wasser dringe durch die Intercellularräume der Haut in die erwähnten Bindegewebespalten resp. -canäle und komme so in's Lymphgefässsystem.

Ranvier[39 40]) (pagg. 238, 262 und 883) beschreibt die Intercellularbrücken der Malpighi'schen Schicht und weist die Schultze'sche Darstellung der Stachel- und Riffzellen als irrthümlich zurück.

Flemming[9]) (pag. 343) spricht von den Intercellularräumen in der Epidermis der Salamanderlarve und nennt die Protoplasmafortsätze, durch welche die Zellen sich unter einander verbinden, Intercellularfortsätze oder -brücken. Er fügt bei, dass ähnliche Fortsätze auch zwischen der tiefen Schicht des Epithels und der unterliegenden Bindesubstanz existierten, und zwar seien die Spalten hier weitläufig, die Fortsätze spärlich. In breiteren Stellen dieses fast an ein Saftcanalnetz erinnernden Lückenwerkes sehe man oft Nervenfasern mit Kernen liegen. Ob die Substanz, welche sich in den Intercellularräumen der Epidermis befinde, eine Kittmasse oder eine Flüssigkeit sei, ist für Flemming eine offene Frage.

Peremeschko[34]) (pag. 441) deutet die von ihm gesehenen Intercellularbrücken als die amöboiden Ausläufer der Zellen; die Intercellularräume glaubt er als durch Reizung

mittelst Curare oder Kochsalz pathologisch entstandene Producte ansehen zu sollen. In der darauf folgenden Abhandlung[35]) (pag. 185) beschreibt er kriechende Zellen im Epithel, die sich wie kleine Würmchen ausnahmen, deren Wesen und Bedeutung ihm aber unbekannt blieb.

In seiner Inauguraldissertation beschreibt Pfitzner[37]) die Intercellularräume an der Salamanderlarve und glaubt, dass die sogenannten Leydig'schen Zellen ein Secret für dieselben lieferten. Die Frage wird aufgeworfen, ob vielleicht behufs Ernährung der Epidermiszellen aus der Cutis Nährflüssigkeit in die Intercellularräume dringe.

Obschon nunmehr die Existenz der Intercellularräume und -brücken über jeden Zweifel gestellt war, kam doch die folgende Arbeit Pfitzner's[38]) keineswegs zu spät, da in derselben (pag. 494) die Intercellularlücken und -brücken, wie Pfitzner sie nennt, systematisch durchgearbeitet und besonders klar dargestellt wurden. Ihm zufolge sind die Intercellularräume von einer gerinnbaren Flüssigkeit erfüllt, enthalten aber bisweilen noch andere Gebilde. Mit dem umgebenden Medium communicieren sie bei der Larve direct. Beim auf's Land gegangenen Thiere schliesst die Hornschicht der Epidermis gegen die äussere Luft sie ab. Gegen das Corium sind die Intercellularräume in Verbindung mit Cutisräumen; dann folgt der Satz: „In der oberen parallelfaserigen und pigmentlosen Grenzschicht der Cutis verlaufen in horizontaler Richtung Canäle, die sich mehr oder weniger rechtwinklig umbiegen und bis in die grossen, basalen Intercellularlücken zu verfolgen sind; andere kommen mehr direct aus der Tiefe." Ein Versuch, diese Canäle von den Lymphräumen der Cutis aus zu injicieren, missglückte. Nach Pfitzner's Ansicht stellen sie die feinsten Verzweigungen von Lymphbahnen vor. Aus diesen stammten auch die von ihm in den Intercellularräumen gesehenen Wanderzellen. Beim erwachsenen Salamander finden sich Intercellularräume und -brücken nur in der Malpighi'schen Schicht (pag. 514).

Mit diesen vielen übereinstimmenden Angaben war aber eine allgemeine Anerkennung des Verhältnisses doch noch nicht gewonnen. 1882 schreibt Carrière[6]) (pag. 438), dass er glaube, sich vom Vorhandensein der von Leydig seiner Zeit an Cyclas beschriebenen Canäle überzeugt zu haben; er denkt jedoch, es beruhe die Angabe Leydig's auf einer Täuschung; die von diesem Forscher wahrgenommenen Intercellulargänge seien die Ausführgänge von einzelligen Drüsen.

Diesem widersprach ein Jahr darauf Leydig[29]) (pag. 146) und führt nun weiter aus: Durch das mit der Aussenwelt durch Poren in Verbindung stehende Intercellularsystem können Lymph- und weisse Blutkörperchen nach aussen gelangen (pag. 21). Intercellularbrücken sind bei Cyclas nicht zu erkennen (pag. 79). Die Verbindung der Epithelzellen unter sich durch „Substanzbrücken" ist gleich derjenigen der Zellen des Bindegewebes, des Knorpels und Knochens. Es bildet dies wohl den Anfang zur Entstehung der Epithelien ohne Zellabgrenzungen, wie z. B. der Hypodermis der Insecten (pag. 81). Die Intercellularräume enthalten in den gewöhnlichen Epithelien helle Flüssigkeit oder Lymphe, in den Zellen-

auskleidungen der Drüsen theilweise Secret (pag. 145). Bei den Amphibien führt das Wasser von den Intercellularräumen in das Lymphsystem.

Trotz dieser Entgegnungen blieb Carrière[7]) auf seiner Ansicht, die Intercellulargänge bei Cyclas seien Drüsenausführungsgänge, bestehen, indem er auf den von Leydig 1876[26]) (pag. 7) ausgesprochenen und von uns verhängnissvoll genannten Satz verweist.

Dem gegenüber leistete aber Nalepa[32]) noch das äusserste, was überhaupt verlangt werden konnte, indem es ihm gelang, die von Leydig beschriebenen Intercellulargänge zu injicieren. Er sah, wofür Leydig noch nicht einzutreten gewagt hatte, auch bei den Gasteropoden Intercellularbrücken die Epidermiszellen verbinden und bestätigte, dass die Bluträume der Mollusken ohne Grenze in die Intercellularräume des Epithels übergehen. Er fand, dass nur der Fusstheil der Epithelzellen von der Injectionsmasse gänzlich umflossen wurde; gegen oben ordnen sich die Intercellularräume zu einzelnen Canälchen, den Porencanälen Leydig's. Canalartig sind auch schon unten die Knotenpunkte der Intercellularmaschen, welche gegen oben sich bedeutend verengen. Injiciertes Wasser gelangt durch die beschriebenen Räume leicht nach aussen. Schnecken, auf durchnässte Tuchlappen gelegt, werden bald prall gedunsen und durchscheinend. Es geschieht die Wasseraufnahme bei Mollusken nach Nalepa's Ansicht auf zwei Wegen: durch den Darm und durch die äussere Haut. Die von Nalepa gelieferten zierlichen Abbildungen von einer injicierten Helix stimmen mit den von Leydig an der lebenden Cyclas erhaltenen genau überein.

So sind die Einwürfe von Schiemenz[44]) (pag. 529 ff.), welcher die Intercellularräume für pathologische Producte hält, von keiner Bedeutung. Dagegen trat im selben Jahre (1884) Stöhr[49]) mit der Entdeckung hervor, dass durch die Intercellularräume der Tonsillen normaler Weise eine massenhafte Auswanderung von Leukocyten in die Mundhöhle stattfinde, und dass aus denselben die sogenannten Speichelkörperchen würden. Er schildert, wie die aus dem compacten Leukocytenhaufen, dem früher sogenannten Follikel der Tonsillen herstammenden Wanderzellen die Epithelzellen weit auseinanderdrängen, eine schon von Frey[11]) (pag. 507) geahnte, höchst merkwürdige Erscheinung. (Vergleiche auch die neuere Arbeit von List[31]).

In neuester Zeit kommt Leydig[30]) (pag. 111 ff.) auf die Intercellularräume noch einmal zurück, giebt Bestätigungen dieser Verhältnisse an bisher noch nicht untersuchten Thieren und weist die Einwürfe von Schiemenz zurück. Ferner wird auseinandergesetzt, dass die Epidermis der Reptilien und höheren Thiere lufthaltig sei. Die Räume, welche später Luft enthalten, sind zu Anfang mit Flüssigkeit erfüllt.

Zur selben Zeit geben nun auch Carrière[8]), Paulicki[33]) und vorzüglich Mitrophanow (Z. f. w. Z. 41, 1885) klare Bilder der Intercellularstructuren von der Haut des Axolotl und des Triton.

Damit wollen wir den historischen Ueberblick beschliessen und wenden uns nunmehr zu unseren eigenen Beobachtungen.

Diese beziehen sich wesentlich auf die Larve von Ichthyophis glutinosus und sind in Kürze folgende:

Die Zellen der Epidermis sind durch Intercellularspalten von einander getrennt, welche zusammen einen gemeinsamen Intercellularraum darstellen; durch Intercellularbrücken aber sind sie untereinander verbunden (vergl. Fig. 33). Einzelne Stellen des Intercellularraumes sind weiter als die anderen; so ist dies beispielsweise da der Fall, wo je drei oder vier Zellen mit ihren Winkeln zusammenstossen; es bilden sich dort canalartige Räume inmitten des sonst engen Intercellularsystems. Diese sind gewissermaassen Sammelröhrchen der in den Intercellularräumen befindlichen Flüssigkeit (Figg. 33, 36, 37 sr; auf dem durch die Epidermis geführten Flachschnitt Fig. 39 sind sie auf dem Querschnitt zu sehen). Sie münden zwischen den Zellen der obersten, oder um Carrière's Ausdruck zu acceptieren, der Cuticular-Lage nach aussen.

Betrachten wir die Cuticula der Larve von der Fläche (Fig. 40), so sehen wir zweierlei Löcher dieselbe durchbohren, gröbere und feinere. Die ersteren (Fig. 40 b) sind, wie wir im nächsten Abschnitte erfahren werden, die Ausführgänge der Becherzellen der Epidermis, welche den sogenannten Leydig'schen Zellen anderer Amphibienlarven entsprechen, hier aber überall einen schönen Ausführgang besitzen. Die feineren Löchelchen aber treffen auf die erwähnten Sammelröhrchen; sie sind also die Oeffnungen des Intercellularsystems nach aussen. Wir wollen sie der Kürze halber die Kamine des Intercellularsystems nennen (Fig. 40, k). Stets liegen dieselben in den Ecken, wo drei oder vier Cuticularzellen zusammenstossen; zwar nicht in allen, aber immerhin bei der Mehrzahl. Das Intercellularsystem steht also gegen das äussere Wasser offen. Wie verhält sich nun dasselbe gegen die Cutis?

Es ist nach den Angaben in der Literatur sowohl als auch nach unseren eigenen Beobachtungen ausser jedem Zweifel, dass das Intercellularsystem mit dem Lymphsystem des Körpers in directer Verbindung steht, dass es nur eine Fortsetzung desselben darstellt. Die derbe Bindesubstanzlage, welche die unmittelbare Basis der Epidermis bildet, ist vielfach durchzogen von den Fortsätzen der Bindegewebszellen, welche sich mit den Füssen der Epidermiszellen verbinden (vergl. unseren Abschnitt über die Seitenorgane, dieser Band, Seite 44); ferner von Chromatophoren, welche mit solchen unterhalb der besprochenen Lage und solchen, welche in dem Intercellularraume der Epidermis liegen, zusammenhängen. Weiter brechen da und dort Nerven durch; endlich finden sich überhaupt grössere Lücken in der ins Auge gefassten Bindesubstanzlage, wie sie beispielsweise Stöhr unterhalb des Epithels der Tonsillen beschreibt. Alle diese Durchbrechungen genügen für eine Communication des allgemeinen Intercellularraumes der Epidermis mit dem Lymphsystem.

Nun fanden wir jedoch des weiteren, dass die erwähnten Sammelröhrchen des Intercellularsystems an der Basis der Epidermis öfters rechtwinklig sich umbogen und nun zu grösseren Canälchen sich vereinigten. Diese letzteren dringen durch die derbe Bindesubstanzschicht und öffnen sich in eine Capillare des Blutgefässsystems (Figg. 33, 34, 35, 36, 37 cr).

So erfahren wir denn, dass von den Blutcapillaren nach der Epidermis zu kleine Röhrchen abgehen, welche trichterförmig von der Capillarwand sich erheben und die derbe subepidermidale Bindesubstanzlage durcheilen. Wir wollen sie die Communicationsröhrchen nennen. An der Epidermis angekommen, verzweigen sie sich in feine Aestchen, welch letztere ihre directe Fortsetzung in den oben erwähnten Sammelröhrchen finden. Das Lumen dieser letzteren wiederum steht mit den Intercellularspalten in directer Communication und mündet durch die Kamine nach aussen.

Fassen wir die diesbezüglichen Bilder in's Auge, so sehen wir zunächst, dass die Communicationsröhrchen im Durchmesser sehr klein sind, die grössten wie Fig. 34, cr $^1/_{250}$ mm, viel kleiner also als ein rothes Blutkörperchen, so dass diese letzteren von ferne nicht im Stande sind, durch die Röhrchen ihren Weg nach aussen zu nehmen. Dagegen gestatten sie Durchtritt dem Blutplasma, welches auf diese Weise in den Intercellularraum der Epidermis geleitet wird. Die Zahl der Communicationsröhrchen ist ausserordentlich gross. Hat man sie einmal gesehen, so bemerkt man sie allenthalben; aber eine Sache von erheblicher Geduld ist es, Präparate wie die vorliegenden zu gewinnen, welche die Einmündung der Röhrchen in die Blutcapillaren ausser Zweifel setzen.

Dies hat darin seinen Grund, dass sie in der Regel von der Seitenwand der Blutcapillare ihren Ausgang nehmen, wie Figg. 34 (links im Bilde) und 37 zeigen. Ferner sind sehr oft die Blutcapillaren nicht mit Blutkörperchen angefüllt, wonach dann die Verwechslung mit einer Lymphcapillare nicht ausgeschlossen wäre, und endlich erschwert das fast stets reichlich vorhandene Pigment der Chromatophoren eine klare Erkenntniss des Zusammenhanges. Wir denken aber, dass die von uns gegebenen Bilder, welche mittelst des Prismas nach Lackpräparaten in unserem Besitze gezeichnet sind, von der Richtigkeit des angegebenen Verhältnisses überzeugen werden.

Auch in der subepidermidalen Bindesubstanzlage des erwachsenen Thieres fanden wir die Röhrchen, haben jedoch dort der Kleinheit der Elemente wegen keine sicheren Einmündungsbilder in die Blutcapillaren bekommen; doch zweifeln wir keinen Moment an der Existenz dieses Verhältnisses auch beim erwachsenen Ichthyophis.

Ob alle Communicationsröhrchen in Blutcapillaren endigen, oder ob die einen oder anderen sich in etwa vorhandene Lymphcapillaren öffnen, können wir für jetzt nicht entscheiden. Alles zu hoffen ist nunmehr von der Injection. —

Und nun einige Worte über die sich aufdrängenden physiologischen Fragen. Was gewährt die beschriebene Einrichtung dem Thiere für einen Nutzen?

Ohne Zweifel dient dieselbe erstens der Ernährung der Epidermiszellen und zweitens der Hautathmung.

Schon Bizzozero hatte im Hinblick auf die beständige Zellenerneuerung in der Epidermis auf einen grossen Nahrungsbedarf derselben hingewiesen. Dieser wäre jetzt erreicht durch das reichliche und unausgesetzte Zuströmen von Blutplasma, welches nunmehr alle Zellen der Epidermis umspült. Die Athmung aber wird dadurch erzielt, dass

durch die Kamine eine unausgesetzte Diffusion stattfinden muss zwischen dem Blutplasma und dem äusseren, sauerstoffreichen Wasser. So wird hier vom Blute Sauerstoff aufgenommen und Kohlensäure ausgeschieden. Die Intercellularräume und sonderlich die noch engeren Kamine wirken als Capillarröhren, wodurch erreicht wird, dass nur ein kleinster Theil des Blutplasma nach aussen abfliessen kann, dass dagegen dasselbe durch Diosmose oder Diffusion, wie man es nun nennen mag, mit Wasser sich vollsaugt; es verhält sich also die blutdurchtränkte Epidermis wie eine mit gesättigter Kupfervitriollösung gefüllte Schweinsblase, welche man in Wasser taucht, wobei von der gesättigten Lösung das Wasser angezogen, sehr wenig der Lösung aber nach aussen abgegeben wird. Das ins Blut aufgenommene Wasser durchkreist den Körper und fliesst durch die Niere ab.

Der weitverzweigte Intercellularraum der Epidermis ist aber, wie schon hervorgehoben, kein blosser Blutraum, sondern zugleich ein Lymphraum. Er repräsentiert das Stadium des Embryos, wo Blut und Lymphe noch nicht von einander getrennt waren, sondern die Blutkörperchen, getrieben durch den Herzstoss, erst allmählich sich ihre Bahnen im Gallertgewebe des Embryo's gruben, ein Stadium, wie es z. B. die Mollusken dauernd besitzen. In Figur 38 geben wir ein Bildchen, wie wir das Verhältniss im Stadium der Figur 30 auf Tafel IV dieses Bandes vorfanden. Wir sehen das Netz der Bindegewebszellen und ein Blutkörperchen, welches in einem grösseren Raume liegt, dem Querschnitt eines Canals, dessen Wandung nach unserer Auffassung von den Ausläufern der Bindegewebszellen etwa wie von einem Spinnengewebe gebildet wird.

In den Intercellularräumen der Epidermis also ist Blut und Lymphe gemischt. Die Wanderzellen in denselben können aus beiden Quellen stammen, da ja auch die Communicationsröhrchen mit Leichtigkeit für sie passierbar sind.

Was so bei der im Wasser lebenden Larve leicht begreifbar ist, wird complicierter für das Verständniss beim erwachsenen Thiere, dessen Haut nach der äusseren Luft durch das sehr dichte Stratum corneum abgeschlossen ist. Nach Leydig's Beobachtungen jedoch sind hier die sehr feinen Intercellularräume mit Luft erfüllt, die gröberen der Malpighi'schen Schicht aber nach unserer Darlegung mit Blutplasma. In der Epidermis des erwachsenen Thieres käme also das Blut direct in Berührung mit der äusseren Luft, was wiederum soviel als Hautathmung bedeutet. Je feuchter die Haut ist, um so weiter tritt das Blut nach aussen, und um so ergiebiger vermag es Wasser in sich aufzunehmen. So ist dieses Vermögen bei den Amphibien sehr ausgebildet, wie schon seit Towson[50]) bekannt ist.

Das Blutcapillarnetz unterhalb der Epidermis beim erwachsenen Ichthyophis haben wir in Figur 41 dargestellt. Von stärkeren, rings um den Körper des Thieres an den Grenzen seiner Hautringel laufenden Gefässstämmen (stg) geht das Capillarnetz aus, dessen einzelne Maschen die Köpfe der Hautdrüsen umspinnen. Es sieht aus wie eine gröbere Wiederholung der Lunge; und dies ist es auch physiologisch. Der Wechsel der Gase in den so sehr feinen Intercellularräumen der Hornschicht geschieht durch das Gesetz der Diffusion.

Unsere eigene Haut nimmt Wasser von aussen sehr ungern auf, wie allgemein bekannt ist. Dies erklärt sich durch die Annahme, dass die Intercellularräume im Stratum corneum mit Luft erfüllt sind, welche das Eindringen des Wassers hindert, wie wir vom stets trocken bleibenden Gefieder der Wasservögel, dem Pelz der Fischotter etc. etc. wissen. Dabei spielt freilich auch das Fett der Talgdrüsen eine starke Rolle (siehe darüber z. B. Joseph[13]). Fein zertheilbare Stoffe aber, wie z. B. Quecksilber, werden ohne weiteres in das Blut eingerieben werden können. Gewiss herrscht auch in unserer Lunge eine reichliche, directe Berührung des Blutplasma's mit der äusseren Luft behufs Austausches der Gase. —

Wir zweifeln nicht, dass die Spältchen, welche Leydig aus der oberen Bindesubstanzlage beschreibt[28]) (pag. 52), die Querschnitte unserer Communicationsröhrchen sind. Der Andeutung, welche Pfitzner über die Existenz von Canälchen in jener Substanzlage macht, haben wir oben gedacht. Wir selbst haben über das Verhältniss einen kurzen Bericht gegeben in den Arbeiten des Würzburger Instituts[42]) und neulich ganz kurz im Zoologischen Anzeiger[43]). Wir hatten dasselbe schon vor zwei Jahren in Ceylon beobachtet, hierauf noch zweimal einer eingehenden Prüfung unterworfen, wie uns dies die Wichtigkeit des Gegenstandes zu fordern schien.

Ueber analoge Verhältnisse bei Anneliden, wie wir sie in jenem Bericht erwähnt haben, gedenken wir uns an einem anderen Orte des näheren auszusprechen. Was wir darüber bei Echinodermen beobachteten, haben wir in dem ersten Artikel unseres Werkes niedergelegt. (Band 1, Seite 13.) —

Zum Schlusse drängt sich uns noch sehr stark die Vermuthung auf, dass die sogenannten Stigmata der Blutcapillaren die Einmündungen unserer Communicationsröhrchen vorstellen, und dass diese letzteren selbst mit den sogenannten Saftcanälchen identisch sein könnten. Ja, wenn wir die von Arnold[1]) gegebenen Abbildungen der Saftcanälchen uns ansehen, muss uns nothwendig eine fast vollkommene Uebereinstimmung derselben mit unseren Communicationsröhrchen auffallen. So steht denn auch für uns ausser Zweifel, dass es gelingen wird, vom Herzen aus die Communicationsröhrchen und damit das Intercellularsystem der Epidermis zu injicieren; dies ist auch für die Schleimhäute schon geglückt, und zwar geschah es durch Arnold[2]) und Foà[10]) im Jahre 1875. Es wurde aber dieses Ergebniss von den genannten Autoren nicht in unserem Sinne verwerthet.

Speciell Foà gelang es, beim Frosche vom Herzen aus die Intercellularräume der Malpighi'schen Schicht der Schleimhaut der Zunge, des Mundes und der Speiseröhre mit Berliner Blau zu injicieren; er schreibt dies aber einer künstlichen Zerreissung zu. Kurz darauf injicierte Arnold ebenfalls vom Herzen aus die Intercellularräume der Epithelien des Peritoneums, der Blase, des Darmes und der Lunge[2]) (pag. 89).

Später 1880 trat Leop. Rütimeyer[41]) seinerseits mit Entschiedenheit für die Anwesenheit der Stigmata ein, indem er durch vielfache Injectionen den Uebertritt von Zinnoberkörnchen ins Lymphsystem, ja sogar in den Harn nachwies; in diesem letzteren

Falle war aber sicherlich den Körnchen der Weg nur durch die Intercellularräume des Nierenepithels vorgezeichnet.

So zögern wir denn nicht, auch unsererseits für die alte Lehre von Recklinghausen's einzutreten, der zufolge das Blut- und das Lymphsystem durch feinste Canälchen oder Räume miteinander communicieren, welche kein eigenes Endothel besitzen, sondern lediglich die Intercellularräume zwischen den Körperelementen vorstellen. Es wird so ein weit ausgebreitetes System im Körper geschaffen, welches das embryonale Stadium repräsentiert, da sich das Blutsystem noch nicht vom Lymphsystem zu einem selbständigen Gerüste von Canälen losgetrennt hatte. Es ist dieses Saftcanälchensystem dasselbe wie das Haemolymphsystem einer Muschel. Was bei einer solchen erst im Beginn des Werdens steht, Abtrennung von Blut und Lymphe, ist beim Anneliden schon viel weiter, beim Wirbelthiere beinahe gänzlich, doch aber noch nicht durchaus durchgeführt. Und ein solcher Haemolymphraum, wie ihn das System der Saftcanälchen repräsentiert, ist auch das nach der Aussenwelt offene Intercellularsystem der Epidermis, sowie des weiteren die Intercellularräume der Epithelien sämmtlicher Organe.

Der Hauptwerth aber der Abgrenzung des aus glatten und auch in ihren feinsten Verzweigungen noch verhältnissmässig weiten Canälen bestehenden Blutsystems vom höchst unregelmässig gestalteten, winkel- und eckenreichen Lymphsystem scheint uns im möglichst raschen Transporte der Träger des Sauerstoffs, der rothen Blutkörperchen zu liegen; und bei ihrer schnellen Wanderung unterhalb der Epidermis versäumen dieselben nicht, sich mit dem durch die Communicationsröhrchen ihnen frisch zuströmenden Sauerstoff von neuem zu beladen und dagegen ihrer Kohlensäure nach aussen sich zu entledigen. —

# Literaturverzeichniss.


1. **Arnold,** Ueber die Beziehung der Blut- und Lymphgefässe zu den Saftcanälen, Virchow's Archiv, 62, 1875.
2. **Arnold,** Ueber die Kittsubstanz der Endothelien, Virchow's Archiv 66, 1875.
3. **Bizzozero,** Ueber den Bau der geschichteten Plattenepithelien, 1870, in: Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere, 11, 1876.
4. **Blanchard,** Système tégumentaire des Reptiles, Ann. sc. nat., Zool., (4), 15, 1861.
5. **Bülow,** Die Keimschichten des wachsenden Schwanzendes von Lumbriculus variegatus nebst Beiträgen zur Anatomie und Histologie dieses Wurmes, Z. f. w. Z., 39, 1883.
6. **Carrière,** Die Fussdrüsen der Prosobranchier und das Wassergefässsystem der Lamellibranchier und Gastropoden, Arch. f. mikr. An., 21, 1882.
7. **Carrière,** Berichtigung, Zool. Anz., 1883.
8. **Carrière,** Die postembryonale Entwicklung der Epidermis des Siredon pisciformis, Arch. f. mikr. An., 24, 1885.
9. **Flemming,** Beiträge zur Kenntniss der Zelle und ihrer Lebenserscheinungen, Arch. f. mikr. An., 16, 1879.
10. **Foà,** Ueber die Beziehung der Blut- und Lymphgefässe zum Saftcanalsystem, Virchow's Archiv, 65, 1875.
11. **Frey,** Lehrbuch der Histologie, 5. Aufl., 1876.
12. **v. Ihering,** Ueber die Ontogenie von Cyclas, Z. f. w. Z., 26, 1876.
13. **Joseph,** Zur Physiologie der Talgdrüsen, Centralblatt für Physiologie, herausg. von Exner und Gad, 1887, no. 1.
14. **Key & Retzius,** Zur Kenntniss der Saftbahnen in der Haut des Menschen, 1876; übersetzt in Retzius, Biologische Untersuchungen, 1881.
15. **Latschenberger,** Ueber den Bau des Pancreas, Wiener Sitz.-Berichte, mathem.-naturw. Cl., 65, dritte Abth., 1, Jahrg. 1872.
16. **Leydig,** Ueber Cyclas cornea Lam., Müller's Archiv, 1855.
17. **Leydig,** Lehrbuch der Histologie, 1857.
18. **Leydig,** Vom Bau des thierischen Körpers, 1864.
19. **Leydig,** Tafeln zur vergleichenden Anatomie, 1864.
20. **Leydig,** Zur Anatomie und Physiologie der Lungenschnecken, Arch. f. mikr. An., 1, 1865.
21. **Leydig,** Ueber Phreoryctes Menkeanus Hoffm., nebst Bemerkungen über den Bau anderer Anneliden, Arch. f. mikr. An., 1, 1865.
22. **Leydig,** Ueber Organe eines sechsten Sinnes, 1868.
23. **Leydig,** Ueber die Kopfdrüsen einheimischer Ophidier, Arch. f. mikr. An., 9, 1873.
24. **Leydig,** Ueber die allgemeinen Bedeckungen der Amphibien, Arch. f. mikr. An., 12, 1876.
25. **Leydig,** Die Hautdecke und Hautsinnesorgane der Urodelen, Morph. Jahrb., 2, 1876.
26. **Leydig,** Die Hautdecke und Schale der Gastropoden nebst Uebersicht der einheimischen Limacinen, Arch. f. Naturg., Jahrg. 42, 1, 1876.
27. **Leydig.** Die Rippenstacheln des Pleurodeles Waltlii, Arch. f. Naturg., Jahrg. 35, 1879.
28. **Leydig,** Neue Beiträge zur anatomischen Kenntniss der Hautdecke und Hautsinnesorgane der Fische, 1879.
29. **Leydig,** Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Thiere, 1883.
30. **Leydig,** Zelle und Gewebe, 1885.
31. **List,** Studien an Epithelien, I, Ueber Wanderzellen im Epithel, Arch. f. mikr. An., 25, 1885.
32. **Nalepa,** Die Intercellularräume des Epithels und ihre physiologische Bedeutung bei den Pulmonaten, Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch., Wien, mathem.-naturw. Cl., 88, Abth. 1, Nov.-Heft, Jahrg. 1883.
33. **Paulicki,** Ueber die Haut des Axolotls, Arch. f. mikr. An., 24, 1885.
34. **Peremeschko,** Ueber die Theilung der thierischen Zellen, Arch. f. mikr. An., 16, 1879.

35. **Peremeschko,** Ueber die Theilung der thierischen Zellen, Fortsetzung, Arch. f. mikr. An., 17, 1880.

36. **Perrier,** Etudes sur l'organisation des Lombriciens terrestres, Arch. de Zool. exp., (1), 3, 1874.

37. **Pfitzner,** Die Leydig'schen Schleimzellen in der Epidermis der Larve von Salamandra maculosa, Inauguraldissertation, Kiel, 1879.

38. **Pfitzner,** Die Epidermis der Amphibien, Morph. Jahrb., 6, 1880.

39. **Ranvier,** Sur le mode d'union des cellules du corps muqueux de Malpighi, Comptes rendus de l'acad. d. sc., 1879.

40. **Ranvier,** Traité technique d'histologie, 1875—82.

41. **Rütimeyer, Leop.,** Ueber den Durchtritt suspendierter Partikel aus dem Blut- ins Lymphgefäss-System. Ein experimenteller Beitrag zur Frage der Permeabilität der Gefässwand. Inauguraldissertation, Basel, 1881.

42. **Sarasin,** Notiz über directe Communication des Blutes mit dem umgebenden Medium, Arb. a. d. zool. Inst. Würzburg, 8, 1886.

43. **Sarasin,** Einige Punkte aus der Entwicklungsgeschichte von Ichthyophis glutinosus (Epicrium gl.), Zool. Anz., 1887.

44. **Schiemenz,** Ueber die Wasseraufnahme bei Lamellibranchiaten und Gastropoden, Mitth. a. d. zool. Station z. Neapel, 5, 1884.

45. **Schrön,** Ueber die Porencanäle in der Membran der Zellen des Rete Malpighii, 1863, in Moleschott's Untersuchungen, 9, 1865.

46. **Schultze, M.,** Die Stachel- und Riffzellen der tieferen Schichten der Epidermis, Virchow's Archiv, 30, 1864.

47. **Schweigger-Seidel,** Ueber die Peritonealhöhle der Frösche, Ber. der Sächs. Gesellsch. der Wissensch., 1866. (Citiert nach Leydig.)

48. **v. Siebold,** Lehrbuch der vergl. Anatomie der wirbellosen Thiere, 1848.

49. **Stöhr,** Ueber Mandel- und Balgdrüsen, Virchow's Archiv, 97, 1884.

50. **Towson,** Observationes physiologicae de amphibiis, Goettingae, 1794. (Citiert nach Leydig.)

# BEMERKUNGEN ÜBER DIE EPIDERMIS VON ICHTHYOPHIS GLUTINOSUS.

HIERZU TAFEL VIII, FIGG. 42—47, TAFEL X, FIGG. 66—72.

Hinsichtlich der Epidermis unseres Thieres wollen wir uns mit einigen ganz kurzen Andeutungen begnügen, da dieselbe im wesentlichen vom Bau derjenigen der anderen Amphibien nicht abweicht und bei der grossen Literatur über die letzteren eine Aufzählung bekannter Thatsachen nur ermüden würde. Das ganz wenige aber, was wir in diesem Abschnitte bringen, ist neu in seiner Art.

Zunächst noch eine Verständigung. Die in der Regel aus cylindrischen Zellen bestehende tiefste Schicht der Epidermis scheint uns eine besondere Benennung zu verdienen, da sie ursprünglich die Mutterlage der ganzen Epidermis, dann diejenige vieler der Epidermis entstammender Organe, endlich die directe Fortsetzung des Ektoblasts des Embryos vorstellt. Wir nennen sie deshalb die Urschicht der Epidermis. —

## A. BECHERZELLEN IN DER EPIDERMIS DER LARVE.

Hierzu Tafel VIII, Figg. 42—47.

Bekanntlich finden sich in der Larvenepidermis der Amphibien in grosser Anzahl Zellen, welche zwar an Becherzellen erinnern, aber keinen Ausführgang besitzen. Dieselben sind schon sehr eingehend untersucht und unter dem Namen Leydig'sche Zellen (gleich Netzzellen Peremeschko) allgemein bekannt geworden. Hier bei der Ichthyophislarve sind dieselben durch einzellige Drüsen von flaschenartiger Form mit deutlichem Ausführgang vertreten. Sie gehören in die Kategorie der von F. E. Schulze sogenannten Becherzellen. Der Kern und das Protoplasma liegen in der Regel an der Basis der Zelle, während der Hauptraum derselben mit Secret erfüllt ist (Figg. 42 und 45).

Als wir, eine andere Frage verfolgend, die Epidermis der Larve mit Kali behandelten, sahen wir alle Becherzellen isoliert und von der in Figur 42 dargestellten Form. Secret, Protoplasma und Kern waren natürlich aufgelöst; dagegen war die Zellhülle als gegen Kali resistente Cuticula übrig geblieben, und was uns auffallend war, die Stelle an der Basis, wo Protoplasma und Kern gelegen hatten, war ebenfalls durch eine Cuticula (Fig. 42, ct) vom Inhalt der mit Schleim erfüllten Theka (F. E. Schulze) abgeschlossen. Das Stadium Figur 43 repräsentiert offenbar eine Jugendform der Zelle, da Secret und Zellleib noch verbunden sind. Später (Figg. 42 und 45) zieht die eigentliche aus Protoplasma und Kern bestehende Zelle sich an die Basis des ganzen Gebildes und kapselt sich gewissermaassen ein. Ob sie dann gleichwohl noch mit dem Theka-Inhalt communiciert, haben wir nicht untersucht.

Es sind diese Becherzellen jedenfalls die Vertreter derjenigen der Fische, und ohne Zweifel entsprechen ihnen bei den anderen Amphibien die Leydig'schen Zellen, welche Becherzellen vorstellen, die nicht zur definitiven Ausbildung gelangten. Eine analoge Beobachtung machte Paulicki an den zusammengesetzten Cutisdrüsen des Axolotls, an welchen er den Ausführgang vermisste. (Vergl. Paulicki, Ueber die Haut des Axolotls, Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. 24, 1885, pag. 152.)

Aehnlich gebaut wie die Schleimzellen der Epidermis sind diejenigen in der Mundhöhle der Ichthyophislarve. Sie sind denen der anderen Amphibien an diesem Orte gleich. In Figg. 44 und 46 sind einige derselben gezeichnet. —

Ein hübsches Bild gewährte eine blasig gewordene Zelle der Urschicht, wie wir sie in Fig. 47 dargestellt haben. Ihr unteres Ende war becherförmig von Pigment umgeben, welches in einen runden Stiel nach unten auslief, die oberste Bindesubstanzlage durchbrach und dann nach den nächsten Chromatophoren hinstrebte. Wir sahen das Gebilde nur einmal, da jedoch ganz klar. —

## B. CUTICULARBORSTEN.

Hierzu Tafel X, Figg. 66—72.

In Querschnittserien durch die Epidermis von Ichthyophislarven fallen von Strecke zu Strecke Gebilde sonderbarer Art in die Augen; es sind dies Büschel starrer stark lichtbrechender glasheller Borsten, welche pinselartig von einem rundlichen oder eiförmigen ebenfalls hell glänzenden Knöpfchen entspringen (Figg. 66—72) und frei in das umgebende Medium hineinragen. Die Zahl der von einem solchen Knöpfchen ausgehenden Borsten ist verschieden gross; wo wir deren am meisten zählten, waren es sechs (Figg. 70 und 71). Dabei zeigten die einzelnen Haare ungleiche Länge: die beiden innersten waren die stärksten und längsten, die zwei äussersten die kürzesten. In anderen Fällen giengen

nur zwei Borsten von der rundlichen Basis aus (Figg. 69 und 72), in wieder anderen war nur ein einziges Haar zu erkennen (Figg 67 und 68). Manchmal standen mehrere Knöpfchen ganz nahe bei einander (Figg. 67 und 69), öfters aber waren sie einzeln in weiten Abständen von einander anzutreffen.

Die borstentragenden Knöpfchen sind in die Cuticula von Epidermiszellen eingelagert und somit als echte Cuticularbildungen anzusehen. Durch das Messer werden hin und wieder einzelne von ihrem Standort losgerissen und können dann isoliert untersucht werden. Dabei zeigt sich, dass die Borste manchmal durch das ganze Knöpfchen hindurch sich verfolgen lässt (Fig. 66).

Aehnliche Bildungen sind in der Literatur schon hin und wieder erwähnt worden. So fand Eberth[1]) bei Larven von Bombinator igneus in der Cuticula der Epidermiszellen glänzende Stäbchen, die nach aussen mit einer feinen knopfförmigen Anschwellung endeten, wodurch der freie Rand des Cuticularsaumes leicht körnig erschien. F. E. Schulze[5]) entdeckte die glänzenden Körperchen wieder bei grossen Larven von Rana esculenta und Pelobates fuscus, doch fehlten ihnen die stäbchenartigen Verlängerungen, welche Eberth beschrieben hatte; vielmehr erschienen sie auch am unteren Ende gleichmässig abgerundet und zeigten meistens eine länglich eiförmige Gestalt; sie lagen locker in nischenartig nach aussen offenen Hohlräumen der Cuticula und fielen bei starkem Herumwerfen der Epidermiszellen zuweilen heraus, so dass sie vollständig isoliert zur Ansicht kamen. Ganz ohne Zweifel gehören unsere glänzenden Knöpfchen ebenfalls hieher, nur erhalten sie bei Ichthyophis noch dadurch eine besondere Bedeutung, dass sie sich als die Träger starrer Borsten erweisen. Ebendahin sind auch gewisse Bildungen zu rechnen, welche Langerhans[3]) in der Epidermis des Neunauges gefunden hat: Auf Taf. II Fig. 3 seiner Abhandlung zeichnet dieser Autor aus der obersten Hautschicht des Neunauges eine isolierte Zelle, in deren Cuticula mehrere Haare neben einander von knöpfchenartig verdickter Basis entspringen. Langerhans deutet dieselben als Reste eines allgemeinen Wimperkleides, was uns jedoch nicht das richtige zu treffen scheint.

Leider sind uns die beschriebenen Cuticularpinsel erst nach unserer Rückkehr von Ceylon aufgefallen, und so war es uns nicht mehr möglich, frisches Material zu Rathe zu ziehen. Ueber die Verbreitung dieser Gebilde in der Haut können wir daher nichts beibringen; doch ist jedenfalls anzunehmen, dass bei der Conservierung, Färbung und Einschmelzung der Hautstücke die meisten dieser zarten Borsten abgefallen sind und somit die wenigen Pinsel, die wir auf Schnitten durch die Kopf- und Schwanzhaut noch haben auffinden können, nur spärliche Ueberreste einer an der lebenden Larve reichlichst vertretenen Einrichtung darstellen. Aus demselben Grunde konnten wir nicht zu völliger Klarheit darüber gelangen, was für Elemente der Epidermis eigentlich die borstentragenden sind. Manchmal glaubten wir eine birnförmige Zelle unterhalb des Pinsels zu erkennen (Fig. 72), in anderen Fällen schienen es aber gewöhnliche Epidermiszellen zu sein, in deren Cuticula die Knöpfchen mit den Borsten eingelagert waren (Figg. 67 und 68).

Neben den oben angeführten Gebilden hat Langerhans aus der Haut des kleinen Neunauges und des Querders noch eine andere Zellenart beschrieben, lange Elemente, deren Kern in einer kleinen Anschwellung des Zellkörpers liegt. Eine Verlängerung dieser Zelle tritt an die Oberfläche und trägt eine wechselnde Zahl kleiner starrer und unbeweglicher Haare, während andererseits vom Zellkörper aus noch ein basaler Fortsatz sich verfolgen lässt. Langerhans hält es für sehr wahrscheinlich, dass dies nervöse Elemente seien und findet, dass die Menge wie die Vertheilung der Nerven der Haut vollständig mit der Verbreitung dieser Zellen harmoniere; auch bezeichnet er diese Elemente kurzweg als Sinneszellen. Wir sind der Ansicht, dass hieher auch die Gebilde gehören, welche unlängst Kölliker[2]) in der Schwanzhaut von Froschlarven aufgefunden und Stiftchenzellen genannt hat. Kölliker ist es sogar gelungen, Nervenfasern bis zu diesen Zellen zu verfolgen und somit die Sinnesnatur derselben äusserst wahrscheinlich zu machen. Mitrophanow[4]) freilich hat letzteres wieder bestritten.

Wir glauben, dass auch unsere pinseltragenden Zellen irgend einer Sinnesempfindung dienen und somit in dieselbe Kategorie sensibler Epidermiselemente einzuordnen sind; doch wollen wir mit dieser Vermuthung uns begnügen, da wir aus oben angeführten Gründen kein definitives Urtheil abzugeben vermögen.

## Literaturverzeichniss.


1. **Eberth, C. J.,** Zur Entwicklung der Gewebe im Schwanze der Froschlarven, Arch. f. mikr. Anat., Bd. 2, 1866.
2. **Kölliker, A.,** Histologische Studien an Batrachierlarven, Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 43, 1886.
3. **Langerhans, P.,** Untersuchungen über Petromyzon Planeri, Berichte der naturf. Ges. z. Freiburg i. B., Bd. 6, Heft 3, 1873.
4. **Mitrophanow, P.,** Die Nervenendigungen im Epithel der Kaulquappen und die „Stiftchenzellen“ von Prof. A. Kölliker. Zoologischer Anzeiger, 1886.
5. **Schulze, F. E.,** Ueber cuticulare Bildungen und Verhornung von Epithelzellen bei den Wirbelthieren, Arch. f. mikr. Anat., Bd. 5, 1869. —

# KÖRPERRINGEL UND SCHUPPEN.

HIERZU TAFEL IX UND TAFEL X, FIGG. 58—65.

Der Körper der Blindwühlen zeigt, wie längst bekannt, eine ausgesprochene Ringelung. Da schon Linné über die Anordnung der Ringel manche gute Angabe gemacht hat, können wir uns hier mit wenigen Bemerkungen begnügen und würden auch diese vielleicht unterlassen, wenn nicht moderne Irrthümer einige Worte darüber nöthig erscheinen liessen.

Auf den glatten Kopf folgt zunächst ein noch ungeringeltes Halsstück (siehe Figur 1 Tafel I), welches die Breite von etwa zehn gewöhnlichen Körperhautringeln zusammengenommen besitzt; daran schliessen sich die schmalen Ringel des Rumpfes an, und zwar erscheinen dieselben nicht als einfache quer zur Längsachse des Thieres gerichtete Wülste, sondern sie bilden in der dorsalen Mittellinie einen sehr stumpfen caudalwärts offenen Winkel, während sie in der ventralen Mittellinie einen nach vorne geöffneten etwas spitzeren Winkel beschreiben (Tafel IX Fig. 48). Auf der Rückenseite werden schon in kurzer Entfernung vom Kopfe die Winkel immer stumpfer, so dass bald die Ringel senkrecht zur Längsachse sich richten, während dieser Fall auf der Bauchseite erst ganz in der Nähe des Afters eintritt. Ferner entbehren auf der Ventralseite die zunächst hinter Kopf und Halstück gelegenen Ringel einer medianen Vereinigung — bei manchen Exemplaren kann dieses Verhältniss sogar mehrere Centimeter weit vom Kopf nach rückwärts sich erstrecken —, und noch im ganzen übrigen vorderen Drittel des Rumpfes ist diese Verbindung nur durch ziemlich zarte Linien markiert, so dass bei oberflächlicher Betrachtung der vordere Theil des Bauches glatt erscheint. Nach hinten wird die Ringelung des Bauches stärker ausgesprochen und ist leicht zu sehen. Am stärksten sind die Hautringel in der Nähe des Afters entwickelt, so dass dort eine fühlbare Rauhigkeit entsteht. Dass dieses Verhältniss Aehnlichkeit habe mit dem bei Lumbriciden bekannten, hat schon Linné erwähnt. Offenbar haben dieselben mechanischen Ursachen bei diesen beiden so weit auseinanderstehenden, aber die gleiche Lebensweise führenden Thieren das-

selbe Phänomen hervorgerufen. Etwas schwächer markieren sich dann wieder die Ringel am eigentlichen kurzen Schwanzende.

Bei anderen Vertretern der Apoden-Familie ist der Körper statt mit Ganzringeln, mit paarigen Halbringeln bedeckt, welche nach der Bauch- und Rückenseite hin nicht zusammenfliessen. Auch bei Ichthyophis spricht Wiedersheim[9]) von Halbringeln am vorderen Theile des Rumpfes; doch ist dabei zu bemerken, dass in der Mittellinie des Rückens höchstens die paar allerersten auf den Kopf folgenden Ringel und auch diese durchaus nicht bei allen Exemplaren, keine mediane Vereinigung eingehen, so dass das Vorkommen von Halbringeln bei Ichthyophis nur ein sehr beschränktes ist.

Im Jahre 1825 berichtete Mayer[6]), an der vorderen Hälfte des Rumpfes von Caecilia gracilis bemerke man an den halbkreisförmigen Streifen (Hautringeln) keine Spalte, aber über die Mitte des Körpers hinaus nehme man in der Mitte der beiden Seiten eine ganz kleine Ritze wahr, welche an den nächstfolgenden Streifen grösser erscheine, so dass sie nach und nach so lang als der Halbring selbst werde. Am sog. Schwanzende, wo die Halbringe zu ganzen Ringen confluieren, dehne sich diese Spalte rings um den Körper aus. Es seien dies, schreibt er, keine einfachen Einschnitte, sondern allmählig grösser werdende Blätter oder Lamellen der Haut, welche dachziegelförmig über einander liegen, wodurch die Interstitien sich dem Auge verbärgen. Man müsse, fährt er fort, die Lamellen mit einem feinen Scalpell aufheben, um sie deutlich zu erkennen; am grössten seien diese Blätter am sog. Schwanzende, wo sie kreisförmige Schienen darstellten, die an ihrer inneren Fläche mit Schuppen belegt seien.

Wiedersheim[9]) hat sich Mayer völlig angeschlossen; er bestätigt für Caecilia und Epicrium (Ichthyophis), dass die Haut zu dachziegelartig sich deckenden Lamellen (Hautschienen) erhoben sei; auch die Mayer'sche Beschreibung der Spalten hält er für völlig richtig, ja er bemerkt sogar, dass die Schuppen in den Ritzen theilweise schon frei zu Tage treten.

Hier müssen wir nun zunächst hervorheben, dass sowohl Mayer als Wiedersheim vergessen haben, auf das Verhalten der Epidermis zu achten. Dieselbe zieht nämlich als continuierliche Lage über den ganzen Körper weg und erleidet an keiner Stelle eine Unterbrechung, so dass von Spalten im Mayer-Wiedersheim'schen Sinne bei Ichthyophis durchaus keine Rede sein kann. Die Figur 53, Tafel IX, zeigt, wie die Epidermis (ep) von einem Hautringel auf den anderen sich ununterbrochen fortsetzt. Ein zu Tage treten der Schuppen ist völlig ausgeschlossen, und was die obigen Autoren unter den dachziegelförmig sich deckenden Schienen der Haut verstehen, sind Cutislamellen, welche durch die Epidermis von der Aussenwelt abgeschlossen sind.

Damit fällt auch die von Mayer aufgestellte Ansicht dahin, das Thier könne diese Blätter oder Schienen, wahrscheinlich vermöge des Hautmuskels, aufrichten und so sich fortbewegen, oder, wie Wiedersheim sich ausdrückt, den Hinterleib damit gegen den Boden anstemmen; denn es verhindert die continuierlich über Alles hinziehende Epidermis eine solche Function der überdies aller Muskulatur baaren Cutislamellen total.

Möglich, dass Wiedersheim sich hat täuschen lassen durch eine Abbildung Leydig's[3]) (Tafel XIX Fig. 4), die einen Längsschnitt durch die Haut von Caecilia lumbricoidea darstellt, auf welchem die Schuppen frei an der Oberfläche zu liegen scheinen, weil Leydig die Epidermis, welche, wie er im Texte bemerkt, bei diesem Exemplare abgefallen war, nicht angegeben hat. Es scheint dieselbe also bei schlecht conservierten Thieren leicht zu leiden.

Die Zahl der Hautringel stimmt mit der Zahl der Wirbel, also mit den Körpersegmenten, nicht überein. Bei Ichthyophis ergiebt sich leicht, dass auf jedes Segment meist drei, etwa auch vier Hautringel fallen.

Jeder Schnitt durch die Haut von Ichthyophis, ja die enorme Zahl der Hautringel allein schon, hätte Wiedersheim sagen sollen, dass eine Uebereinstimmung mit der Wirbelzahl ausgeschlossen sein müsse; dennoch finden wir in seinem Lehrbuch der vergleichenden Anatomie (zweite Auflage, Seite 26) den Satz: „Bei Coecilia und viel stärker „bei Epicrium zeigt sich die Haut zu dachziegelartig sich deckenden, halbringförmigen „Lamellen (Hautschienen) erhoben, die zu der Locomotion des Thieres in wichtiger Be„ziehung stehen. Sie correspondieren genau mit der Wirbelzahl und Aehnliches gilt auch „für gewisse Amphisbaenen."

Um Klarheit zu gewinnen über die Anordnung der oben erwähnten unterhalb der Epidermis liegenden Cutislamellen und die von ihnen eingeschlossenen Gebilde wenden wir uns zuerst zu Fig. 50, Tafel IX, welche einen Längsschnitt durch die Haut eines zum Ausschlüpfen eben reifen Embryo's von Ichthyophis wiedergiebt. Unter der Epidermis (ep), an welcher ganz leichte Vorwölbungen die Hautringelung markieren, bemerkt man eine aus horizontal verlaufenden Bindegewebsfasern bestehende Schichte (a) und ebenso an der proximalen Grenze der Cutis, der Muskulatur des Rumpfes aufgelagert, eine zweite ebenfalls aus horizontalen Bündeln zusammengesetzte Bindegewebslamelle (b). Von dieser letzteren steigen von Strecke zu Strecke, den Grenzen der Hautringel entsprechend, verticale Lamellen (vl) aufwärts und inserieren sich an der oberflächlichen Bindegewebslage (a). Schon in diesem frühen Stadium ist also die Ringelung deutlich ausgesprochen, und leicht erkennt man aus der Figur, dass auf ein Muskelsegment mehrere Hautringel fallen. Ferner ist zu bemerken, dass die Ringelung des Leibes in Structurverhältnissen der Cutis ihren Grund hat und an der Epidermis wohl nur secundär zur Erscheinung kommt, so dass wir annehmen können, dass auch an den oben angeführten Körperstellen, wo an der Epidermis äusserlich nichts von einer Ringelung zu sehen gewesen, die Spuren davon in der Lederhaut nicht gefehlt haben. Durch die beiden horizontal verlaufenden Bindegewebslagen (a und b) und die zwischen diesen ausgespannten verticalen Scheidewände (vl) werden Räume eingeschlossen, welche auf dem Längsschnitt als kleine Kästchen erscheinen. Wenn wir uns aber die Sache körperlich vorstellen und diese Lamellen und die von ihnen begrenzten Räume um den ganzen Körper des Thieres herum uns fortgesetzt denken, so erhalten wir

statt kleiner Kästchen canalartige Räume, welche den ganzen Rumpf umkreisen. Diese Canäle sind in dem eben besprochenen Stadium mit lockerem Bindegewebe und Lymphe angefüllt; auch erscheinen an manchen Stellen bereits die Anlagen der Hautdrüsen (dra), die dann beim ausgewachsenen Thiere eine grosse Rolle werden zu spielen haben. Die Richtung, in welcher der in Figur 50 abgebildete Schnitt gefallen ist, haben wir durch einen Pfeil angedeutet, und da zeigt sich, dass die Drüsenanlagen ausnahmslos an der dem Kopfende des Thieres zugewandten verticalen Lamelle der Canäle sitzen.

Wie gross die Veränderungen sind, welche die Haut im Laufe der Entwicklung des Individuums durchmacht, lehrt die Fig. 53, die einen Längsschnitt durch einen einzelnen Hautringel eines ausgewachsenen Ichthyophis wiedergiebt. Da diese Figur bei derselben Vergrösserung wie Fig. 50 mit der Camera gezeichnet worden ist, lässt sich daran auch die enorme Massenzunahme der Haut erkennen. —

Unter der von den Ausführgängen der grossen Cutisdrüsen durchsetzten Epidermis (ep) finden wir wieder die horizontale Bindegewebsfascie (a) wie im vorigen Stadium und ebenso in der Tiefe die zweite horizontale Lage (b). An den Grenzen der Körperringel, die an der Epidermis blos durch Einsenkungen sich zu erkennen geben, sieht man von der tiefen Schichte stärkere verticale Lamellen (vl) abgehen und sich an die oberflächliche Bindegewebsschichte inserieren. Durch diese Lamellen wird ein Raum eingeschlossen, der, wenn er auch sehr viel grösser als die in Fig. 50 gezeichneten Kästchen erscheint, dennoch durch Wachsthum aus diesen letzteren hervorgegangen ist. Auch hier müssen wir den durch die Bindegewebsschichten gebildeten Raum um den ganzen Körper herum uns canalartig fortgesetzt denken.

Diese circulären geschlossenen Taschen enthalten Gebilde zweierlei Art: Nach vorne zu — der Pfeil deutet wiederum die Richtung des Schnittes an — finden wir in jedem Ringel die grossen Hautdrüsen (rdr), deren Ausführgänge in schiefer Richtung die Epidermis durchbrechen, und hinter diesen Drüsen folgen in mehrfachen Lagen die den Caecilien eigenthümlichen Schuppen (s). Besser noch belehrt uns über die Anordnung dieser Theile ein durch die Haut gelegter Flachschnitt (Fig. 57). Zwei Hautringel sind getroffen worden, und in jedem derselben sieht man in seiner vorderen Hälfte eine Reihe grosser Cutisdrüsen, in seiner hinteren Hälfte vier bis sechsfache Lagen dachziegelartig sich deckender Schuppen liegen. In jedem Hautringel haben wir uns demnach zwei um den ganzen Körper herumziehende Gürtel eingelagert zu denken, einen vorderen Drüsengürtel (drg) und einen hinteren Schuppengürtel (sg).

Die Schuppen der Blindwühlen sind zuerst von Schneider[8]) aufgefunden worden. An einem Exemplare, dessen Haut in Fetzen herabhieng, gelang es ihm, aus der Cutis die kleinen Schuppen zu befreien, und so gebührt ihm der Ruhm, zuerst dieses seltsame unter den Amphibien bis jetzt alleinstehende Factum constatiert zu haben.

Bei Ichthyophis sind die Schuppen, wie bekannt, ovale, seltener rundliche Scheibchen, deren grösster Durchmesser etwa $1^1/_2$—2 mm beträgt. Ihre Dicke ist in der Mitte am

grössten, gegen die Ränder zu werden sie erheblich dünner. Sie sitzen, wie auch Leydig erwähnt, mit ihrem basalen Theile im Bindegewebe fest (Fig. 53), sonst liegen sie frei über einander, und ihr oberer Rand zeigt sich oft in mannigfacher Weise gekrümmt oder eingerollt (vergl. Wiedersheim[9]); eine Schuppentasche schliesst sie ein. Auf Fig. 53 erkennt man leicht, dass zwischen der grossen Cutisdrüse und den Schuppen eine Bindegewebslamelle aufsteigt, welche sich unterhalb der Epidermis im Bogen mit der hinteren Lamelle des Hautringels vereinigt. Dadurch wird für die Schuppen eine eigene Circulärtasche gebildet. Manchmal sind sogar Andeutungen vorhanden, dass um einzelne Schuppen herum noch specielle Bindegewebstaschen auftreten können (vergl. Fig. 53).

Wenn man von oben her eine Schuppe betrachtet, erblickt man stark lichtbrechende in mehr oder weniger regelmässig elliptischen Reihen um einen excentrisch auf der Schuppe gelegenen Punkt angeordnete Plättchen (Fig. 51 sq), die wir zur Unterscheidung von der Gesammtschuppe „Squamulae“ nennen wollen. Wie schon Mandl[5]) wusste, ruhen dieselben auf einer Platte von fibröser Substanz. Leydig[3]) führt weiter aus, die untere Schicht der Schuppe bestehe aus einem festen Bindegewebe, welches von hell geschichteter Art und mit zahlreichen ästigen Bindegewebskörperchen versehen sei.

Schnitte durch diese Schuppenplatte zeigen, dass an der unteren Fläche derselben eine epithelartige Lage von Bindegewebszellen sich befindet. Nach dem Vorgange von Leydig, welcher solche epithelartige Lagen von Bindegewebszellen als Pseudoepithelien bezeichnet hat (Zelle und Gewebe 1885, pg. 62), wollen wir dieselbe das basale Pseudoepithel der Ichthyophis-Schuppe nennen (Figg. 55, 56, 58, 59, 60, 62, bpe). Zellgrenzen sind daran nicht zu unterscheiden, sondern das Ganze imponiert blos als dünne Lage von Protoplasma, in welches von Strecke zu Strecke Kerne eingestreut sind.

Auf dieses Epithel folgt in der Regel eine Schichte, welche aus senkrecht zur Schuppenoberfläche stehenden Bindegewebsfasern oder Säulchen aufgebaut ist (Figg. 55, 56, 60 vb). Ueber dieser Säulchenzone liegt eine Schicht horizontal verlaufender Bindegewebsfasern (Figg. 55, 56, 60, hb). Betrachtet man diese Lage von der Fläche, was bei der Durchsichtigkeit der Gewebe unschwer gelingt, so sieht man, dass die Fasern dieser Schichte in complicierten Curven verlaufen, ja sogar hyperbelartige Figuren beschreiben, wie es unsere Abbildung 52 illustrieren soll. Einer ähnlichen Anordnung von Bindegewebsfasern hat Baudelot[1]) bei der Knochenfischschuppe Erwähnung gethan. Bindegewebskörperchen zu sehen, ist uns weder in der horizontalen, noch in der verticalen Faserschichte gelungen.

Ueber der horizontalen Bindegewebslage kann manchmal noch eine zweite verticale Säulchenzone ($vb_2$) folgen, so z. B. in Figur 60, wo dieselbe sogar den Squamulae entsprechend in einzelne Klöschen zerfallen erscheint. Rechtwinklig auf diese Säulchen ist der in Figur 49 dargestellte Schnitt gefallen.

Am stärksten und schönsten entwickelt finden sich die verschiedenen Bindegewebsschichten der Schuppe in den centralen Partien einer solchen; an den Rändern ist das

Verhältniss weit einfacher. In Fig. 58 z. B., welche einen Schnitt durch den basalen und in Fig. 59, die einen solchen durch den freien oberen Schuppenrand darstellt, ist erst eine einzige Lage verticaler Säulchen zu erkennen.

Auf dieser eben beschriebenen aus verschiedenen Schichten aufgebauten Faserplatte sitzen nun die lichtbrechenden Squamulae (sq). Es sind dies meistens längliche flache Plättchen, die nicht unmittelbar an einander grenzen; bei Betrachtung von oben kann man vielmehr zwischen denselben dünne Streifen der Faserplatte erkennen (Figg. 51 und 65). Die Länge der Plättchen kann bis etwa $^1/_{10}$, die Breite $^1/_{30}$—$^1/_{50}$ mm betragen.

Senkrecht auf die Längsachse der Squamulae geführte Schnitte (Fig. 60) zeigen, dass dieselben nicht einfache gleichmässig dicke Plättchen sind, sondern man sieht auf einer Seite einen hakenartig gebogenen Fortsatz abgehen, welcher einen kleinen Hohlraum umschliesst. Construiert man sich aus sämmtlichen Querschnitten die ganze Squamula, so erhält man ein Plättchen, an dessen einer Längsseite eine Rinne hinzieht. Diese Rinnen sind nicht leer, sondern sie enthalten Protoplasma und Kerne, welche mit Carmin sich glänzend roth färben. In der Regel kommt auf jede Squamula nur ein Kern (Fig. 61), doch sind auch hin und wieder deren zweie nachzuweisen. Längsschnitte durch die Squamula, welche die Rinne noch ganz oder wenigstens theilweise getroffen haben, sind in den Figg. 56 und 63 dargestellt; bei ersterer erkennt man im Protoplasma der Rinne zwei, bei letzterer nur einen Kern. Zu bemerken bleibt noch, dass die Ausbildung der Squamulae nicht immer so regelmässig ist, wie sie in Fig. 60 erscheint.

Bevor wir die Entstehung der Squamulae studieren, wollen wir auf ein Stadium zurückgreifen, in welchem die Schuppen überhaupt erst aufzutreten beginnen. Dies geschieht ganz am Ende des Larvenlebens; in früheren Stadien sind sie noch nicht vorhanden. Schnitte durch die Haut einer alten Larve liefern Bilder, wie Fig. 54 eines darstellt: man bemerkt bereits eine durch Bindegewebe gebildete geschlossene Schuppentasche (st) und in dieser eine solidere Bindegewebslamelle, die auf ihren beiden Seiten einen mehr oder minder regelmässigen Belag von Bindegewebszellen trägt. Die eine Lage dieser Zellen ist nichts anderes als das, was wir oben schon als basales Pseudoepithel (bpe) beschrieben haben; die andere wird die Squamulae zu bilden haben, nennen wir sie das obere Pseudoepithel der Schuppe (ope). Klarer noch zeigt sich manchmal in späteren Stadien das obere Pseudoepithel an Schuppenrändern, wo noch keine Squamulae gebildet sind (Fig. 64) oder solche erst anfangen zu entstehen. Da nämlich auch im ausgewachsenen Zustande beständig an den Schuppenrändern Neubildung von Squamulae statthat, bieten diese Stellen bequeme Gelegenheit zum Studium dieses Vorganges.

Die Figuren 58 und 62 stellen Theile basaler, also im unterliegenden Bindegewebe festsitzender Schuppenränder dar; man erkennt daran, dass die Squamulabildung damit beginnt, dass die oberen Pseudoepithelelemente Kappen aus einer stark lichtbrechenden Substanz ausscheiden. Diese Kappen vergrössern sich immermehr, bis sie schliesslich die

Gestalt der fertigen Squamula erreicht haben; Protoplasma und Kern der Matrixzelle gehen dabei nicht zu Grunde, sondern bleiben in der oben geschilderten Rinne erhalten.

In Fig. 59 haben wir einen Schnitt durch einen oberen freien Schuppenrand vor uns; offenbar findet auch hier ein lebhaftes Wachsthum statt, da, wie man sieht, eine grosse Anzahl Kerne an dieser Stelle angehäuft liegen. Beide Pseudoepithelien sind hier schön entwickelt zu sehen, das basale sowohl, dessen Function es ohne Zweifel ist, die gesammte bindegewebige Grundlage der Schuppe durch Ausscheidung zu liefern, als das obere, welches die lichtbrechende Substanz der Squamulae zu producieren die Aufgabe hat.

Morphologisch haben wir die Substanz der Squamulae zweifellos als eine Art Cuticularbildung anzusehen, als ein starr gewordenes Drüsensecret der oberen Pseudoepithelzellen, welche die Matrix der Squamulae darstellen. Den chemischen Reagentien gegenüber zeigt sie sich dagegen als eine von der echten Cuticula verschiedene Masse. Heisse Kalilauge bewirkt complete Lösung der Schuppe sammt ihren Squamulae, und ebenso löst concentrierte Salzsäure nach Erhitzen das Ganze auf. Mit Säure entwickeln sich an frischen Schuppen langsam Gasblasen; ob aber der dadurch documentierte Kalk lediglich in den Squamulae, oder etwa auch theilweise in der unterliegenden Bindegewebsplatte ruht, muss noch fraglich bleiben, obschon ersteres wohl die grössere Wahrscheinlichkeit für sich hat und wir somit die Squamulae als aus einem erstarrten mit Kalk leicht imprägnierten Zellsecret gebildet anzusehen hätten. Bei Betrachtung unserer Figuren fällt eine gewisse Aehnlichkeit auf mit den Bildern, welche von der Entwicklung der Zähne bei Batrachierlarven bekannt geworden sind, und es ist dies um so merkwürdiger, als letztere echte Epidermisbildungen sind, während die Squamulae zweifellosen Elementen des Bindegewebes ihre Entstehung verdanken. — Wie oben schon angeführt, spricht Alles dafür, dass das untere Pseudoepithel allein die gesammte bindegewebige Grundlage der Schuppe liefert, und da ist es sehr merkwürdig, dass wir trotzdem darin eine Abwechslung von verticalen und horizontalen Schichten finden. Ohne Zweifel handelt es sich hier um sehr complicierte molekuläre, krystallartige Structuren, ähnlich wie wir dies von den Schalen der Mollusken oder den Panzern der Arthropoden kennen. —

Wenn Leydig[3]) von der Caecilia lumbricoidea berichtet, die Körper, d. h. unsere Squamulae seien nach Farbe, Härte, Entwicklung von Luftbläschen nach Essigsäurezusatz Kalkconcretionen, die nach Analogie wohl als Incrustationen von zelligen Elementen entstanden seien, so stimmt dies mit den von uns bei Ichthyophis glutinosus beobachteten Verhältnissen nicht wohl überein. Wiedersheim[9]) bezeichnet auch bei unserem Thiere die Squamulae kurzweg als Kalkkörperchen.

Unter den Amphibien stehen die Schuppenbildungen der Caecilien einzig da; aber sogar im Kreise der Blindwühlen selbst sind die Schuppen keine constante Erscheinung. Von den elf durch Boulenger[2]) fixierten Genera sind nicht weniger als vier durch den Mangel von Schuppen charakterisiert, nämlich Gegenophis aus Indien und die drei amerikanischen Formen Siphonops, Typhlonectes und Chthonerpeton. Wesentlich für die Lebens-

weise der Caecilien können also diese Schuppenbildungen nicht sein; ihre Anordnung unter der Epidermis macht, wie schon gesagt, die oben besprochene Mayer-Wiedersheim'sche Hypothese dahinfallen. Wozu dienen sie aber denn? Vielleicht kann man einen Nutzen dieser Schuppen darin suchen, dass sie, wenn das Thier durch die Erde sich hindurchdrängt, die riesengrossen, aber zarten Hautdrüsen vor allzu starkem Drucke zu schützen vermögen, indem sie der Haut eine gewisse Festigkeit verleihen.

Schwierig ist die Frage nach der Verwandtschaft der Caecilienschuppe mit entsprechenden Bildungen bei anderen Thieren; die übrigen lebenden Amphibien zeigen, wie schon gesagt, nichts, was damit verglichen werden könnte; von der Fischschuppe sind, wie schon Mandl[5]) und Leydig[3]) hervorhoben, bei mancher Verwandtschaft doch erhebliche Abweichungen vorhanden. Immerhin zeigt der von Wiedersheim[10]) gegebene Durchschnitt der Haut von Lepidosiren annectens (Protopterus) auffallende Aehnlichkeiten mit einem Längsschnitt durch die Ichthyophishaut. Die Anordnung der Schuppentaschen, die Lagerung der Schuppen in denselben, ja das Aussehen der Schuppen selbst erinnern nicht wenig an Ichthyophis; hingegen müsste erst nachgewiesen werden, ob auch die Bildungsweise der Lepidosirenschuppe Aehnlichkeiten mit der von Ichthyophis besitzt. Wiedersheim[9]) glaubte einen Anklang der Caecilienschuppen an diejenigen der fossilen Ganocephalen zu finden; da aber Peters[7]) so energisch widersprach, werden wir noch weitere Untersuchungen über diesen Punkt abzuwarten haben. Uns scheint es nicht unwahrscheinlich, dass die Schuppe der Caecilien überhaupt eine neue Erwerbung der Blindwühlenfamilie ist und keine phylogenetische Bedeutung besitzt. Abgesehen vom Fehlen der Schuppen bei den niedrigen Amphibienformen spricht für eine solche Annahme das sehr späte Erscheinen der Schuppen in der Ontogenie der Caecilien selbst, indem die ersten Spuren von solchen erst ganz am Ende des Larvenlebens aufzutreten beginnen.

## Literaturverzeichniss.


1. **Baudelot, E.,** Recherches sur la structure etc. des Écailles des Poissons osseux, Arch. de Zool. exp. et gén. (1), Bd. 2, 1873.
2. **Boulenger, G. A.,** Catalogue of the Batrachia gradientia etc., 1882.
3. **Leydig, F.,** Ueber die Schleichenlurche (Coeciliae), Zeitschr. f. wissenschaftl. Zool., 1868.
4. **Leydig, F.,** Zelle und Gewebe, Bonn 1885.
5. **Mandl, L.,** Note sur les écailles des Cécilies et du Lepidosaurus, Annales des sc. nat., (2), Bd. 12, Zoologie, 1839.
6. **Mayer,** Ueber die hintere Extremität der Ophidier, Verhandlungen der kais. Leop. Carol. Akad. d. Naturforscher Bonn 1825, XII, II.
7. **Peters, W.,** Bemerkungen über Rob. Wiedersheim, die Anatomie der Gymnophionen, Sitzungsber. d. Ges. naturforsch. Freunde zu Berlin, Dec. 1879.
8. **Schneider, J. G.,** Historiae Amphibiorum nat. et lit., fasc. II, Jenae, 1801.
9. **Wiedersheim, R.,** Die Anat. d. Gymnophionen, Jena, 1879.
10. **Wiedersheim, R.,** Zur Histologie der Dipnoerschuppen. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 18, 1880.
11. **Wiedersheim, R.,** Lehrbuch der vergleichenden Anatomie, 2. Aufl., 1886.

# BAU UND ENTWICKLUNG DER CUTISDRÜSEN VON ICHTHYOPHIS GLUTINOSUS.

HIERZU TAFEL X FIGG. 73—78 UND TAFEL XI.

Aus mehr als einem Grunde bewogen, mit der Darstellung des Integumentes von Ichthyophis dem Ende zuzueilen, haben wir der histologischen Untersuchung der Hautdrüsen nicht die längere Beschäftigung gewidmet, welche der Gegenstand vielleicht beanspruchen konnte; doch ergab sich immerhin manches neue, welches uns wichtig genug erschien, um niedergeschrieben zu werden.

Wir schreiten diesmal sofort zur Darstellung unserer eigenen Ergebnisse, um uns hernach den Vergleich mit den Beobachtungen früherer Forscher zu erleichtern.

Untersucht wurden die Drüsen des Körpers mit Ausnahme derjenigen des Kopfes. Die Haut des Rückens zeigt im wesentlichen drei Drüsensorten, die der Grösse nach abgestuft sind und auch im Baue einige Verschiedenheiten aufweisen. In erster Linie kommen die verhältnissmässig recht grossen Säckchen, deren drüsiges Epithel aus den sogenannten Riesenzellen (Leydig) besteht. Wir nennen sie im Anschluss daran kurzweg Riesendrüsen und beginnen mit ihnen unsere Darstellung.

## I. RIESENDRÜSEN.

Die Lage der Riesendrüsen in der Cutis von Ichthyophis haben wir schon bei Beschreibung der Schuppen auf Tafel IX, Figg. 53 (rdr) und 57 (drg) dargestellt. Dieselben bilden geschlossene Gürtel um das ganze Thier und zwar stets in der vorderen Hälfte je eines Hautringels, Dinge, die wir im vorigen Abschnitte bereits auseinandergesetzt haben.

Eine solche Drüse stellt einen wurstförmigen soliden Körper dar von ungefähr anderthalb Millimeter Länge und ein Fünftel Millimeter Breite. Derselbe besteht aus einer

krümeligen, in Pikrocarmin sich gelblich färbenden Masse, deren histologische Analyse nicht gerade zu den leichten Dingen gehört. Während am unteren Ende die Masse in einzelne Klumpen geschieden ist (Tafel XI Fig. 85 rz), ist oben eine solche Trennung nicht mehr wahrnehmbar, sondern sie erscheint hier geschichtet (Taf. XI, Figg. 79, 80, 81, rz). Jedem der besprochenen Klumpen entspricht ein Kern, er selbst somit einer Zelle.

Eine solche Zelle besteht zugleich aus dem Protoplasma des Zellleibes und dem ausgeschiedenen Secrete, wie schon Leydig (z. B. 4, pag. 210) hervorhob und desshalb diese Zellen unter dem Namen von Riesenzellen von den gewöhnlichen Drüsenzellen unterschied. Dieselben füllen das Lumen der Drüse gänzlich aus. Gegen den Drüsenausführgang zu, dessen wir unten gedenken werden, fliessen diese Drüsenzellenmassen ineinander und stellen so einen gemeinsamen geschichteten Körper dar. Wir finden auch in diesem letzteren Theile häufig Kerne liegen (Fig. 79), wahrscheinlich ursprünglich durch Theilung aus den Kernen der Drüsenzellen entstanden. Zuweilen begegnet man auch solchen Theilungen; es bildet sich dann um den Kern der Zelle ein heller Protoplasmahof, und in diesem theilt sich der Kern in zwei und vier (siehe den in Fig. 88 gezeichneten Flachschnitt bei pr und k). Zellgrenzen waren in dem Protoplasmahofe nicht sichtbar.

Der ganze drüsige Körper nun liegt in einem Sacke, welcher aus glatter Muskulatur besteht und so sich bildlich wie eine Tunica dartos zum eingeschlossenen Testikel verhält (Fig. 81, 87, 94 glm). Von der Fläche gesehen, ziehen die glatten Muskelzüge in schräger Richtung über den Inhaltskörper (Fig. 86 glm); doch haben wir auch Ringfasern beobachtet.

Am oberen Drüsenende laufen die glatten Muskelfasern zusammen und bilden den Ausführgang des Organs, soweit er innerhalb der Cutis verläuft (Figg. 81, 94 glma). Dieser geht gerade durch die Epidermis (Fig. 79 ag), in seinem oberen Theil von Epidermiszellen ringförmig umkleidet (Fig. 90, epz), unterhalb der Epidermis, wie erwähnt, von der glatten Muskulatur gebildet. In seinem oberen Verlauf ist er von einer durchscheinenden Lage ausgekleidet, welche die Fortsetzung der äussersten Epidermisschicht bildet und Leydig zufolge eine Cuticula darstellt[3]) (pag. 284).

Die glatte Muskulatur erhebt sich da, wo sie am oberen Ende des Drüsenkörpers zur Bildung des Ausführganges sich vereinigt, in den meisten Fällen zu auffallender Mächtigkeit, welcher Umstand ein Herauspressen des Secretes durch den sehr engen Ausführgang (derselbe hat c. 0,015 mm Durchmesser) ermöglicht (Figg. 80, 82, 83, 87, 94 oglm). Die Mächtigkeit wird hier von der einzelnen Zelle erreicht, nicht etwa durch Schichtung mehrerer. Die beigegebenen Figuren sind folgendermaassen zu verstehen: Figg. 80 und 87 sind Längsschnitte durch Riesendrüsen, welche etwas seitlich vom Ausführgang die Drüse getroffen haben. Man sieht die wechselnden Mächtigkeitsverhältnisse der glatten Muskulatur um die ganze Drüse herum besonders deutlich an Figur 87.

Der Schnitt Fig. 94 fiel oben durch den Ausführgang, dann aber etwas flach durch den Umfang der Drüse; so sieht man hier die glatten Muskelzellen des Halstheiles von

der Fläche (Fig. 94, oglm). Figg. 82 und 83 geben Schnitte quer durch den Drüsenkopf; man sieht die Mächtigkeit der Muskulatur an dieser Stelle übereinstimmend mit dem in Fig. 87 gegebenen Längsschnitte.

Die schrägen Muskelzüge, welche den unteren Theil des Muskelsackes bilden (Fig. 86, glm), führen wahrscheinlich peristaltische Bewegungen aus nach Art derjenigen des Darmes. —

Ausser den besprochenen Verhältnissen kommt noch eine besondere Complication hinzu.

Wie Fig. 79 zeigt, liegt am Kopfende der Drüse unterhalb der glatten Muskulatur noch eine Zellenlage, welche haubenartig das obere Ende des Drüsenkörpers überdeckt und mitten vom Ausführgang durchbohrt wird (Fig 79, zhb). Diese kann entweder so bleiben, wie sie auf der angezogenen Figur sich zeigt, oder sie spaltet sich auf der einen, dem Ausführgang gegenüber liegenden Seite in zwei Blätter, die einen Hohlraum umschliessen (Fig. 81, abl, ibl). Von diesen beiden Blättern kann entweder das innere drüsig werden (Fig 81, ibl) oder das äussere (Fig. 80, abl) oder endlich alle beide zugleich (Fig. 87 abl und ibl), und wir bekommen so in allen Fällen eine der Hauptdrüse aufsitzende Nebendrüse (Figg. 80, 81, 82, 87, ndr). Die glatte Muskulatur zieht auch über diese weg, wie die Figuren 81, 82 und 87 (glm) zeigen. Wahrscheinlich wirkt die Nebendrüse wie eine Prostata zur Verdünnung des Secretes der Riesenzellen; wesentlich aber ist sie nicht, denn sie kann fehlen.

Zum vollen Verständniss der beschriebenen Riesendrüse betrachten wir eine der Bauchhaut entnommene Drüse, welche sich wie eine in der Entwicklung stehen gebliebene Riesendrüse ausnimmt (Fig. 93). Bei dieser sind die Riesenzellen (rz) klein geblieben und umschliessen desshalb einen Hohlraum, welchen sie bei weiterer Schwellung ganz und gar erfüllen würden, wie dies bei den Riesendrüsen geschehen ist. Die mit ndrz bezeichneten kleinsten Zellen entsprechen wohl der Nebendrüse.

Die besprochene Drüse bildet zugleich den Uebergang zu der nächsten Drüsenform, welche wir weiter unten besprechen wollen.

Die Riesendrüsen zeigen sich im Allgemeinen erst im späteren Larvenleben. In Fig. 50 Tafel IX (dra) aber sehen wir schon beim Embryo kleine Hautdrüsen auftreten, welche der Lage nach den späteren Riesendrüsen entsprechen.

Leydig hat die Cutisdrüsen und damit die Riesenzellen der Caecilien zuerst beschrieben[1]) (pag. 86 und a. a. O.). Er bezeichnete die letzteren als wurstförmige Körper, aus Secret und Zellleib zugleich bestehend.

Ein Versehen liegt in dem pag. 286[3]) stehenden Satze: „Das blinde Ende der Drüse“ (es handelt sich um die Riesendrüsen der Caecilia lumbricoidea) „ist gegen den freien Rand des blattartigen Ausläufers“ (der Lederhaut, welcher die Schuppe trägt) „gekehrt, die Oeffnung nach der angewachsenen Seite und ist desshalb bei der grossen Zahl

sich deckender Blätter etwas versteckt.“ In Wirklichkeit verhält es sich umgekehrt. Wiedersheim hat den Ausführgang der Riesendrüsen vergeblich gesucht[5]) (pag. 3).

Offenbar entsprechen den Riesendrüsen der Caecilien die Hautdrüsen der grösseren Art anderer Urodelen, so diejenigen der Axolotls, wie sie Paulicki[6]) (pag. 146) oder diejenigen von Salamandra, wie sie Leydig[2]) (pag. 87) beschreibt. Die sie zusammensetzenden Zellen gleichen sehr den Riesenzellen der Caecilien. Wollen wir den Vergleich noch weiter ziehen, fussend auf der Abbildung Leydig's[2]) (tab. VI, Fig. 26), da wir die Hautdrüsen von Salamandra nicht durch Autopsie kennen, und stellen wir damit die von Leydig in seinem Lehrbuch pag 86 und von uns (Fig. 88) gegebene Abbildung zusammen, so kommen wir zu einer andern Deutung, als Leydig. Die von ihm als Kerne bezeichneten überaus grossen Kugeln in den Riesenzellen von Salamandra würden wir der Anhäufung von secretfreiem Protoplasma um die Kerne herum vergleichen, wie Leydig's Figur 46 im Lehrbuch zeigt oder unsere Figur 88 pr. Was ferner Leydig für sich theilende Kernkörperchen erklärt, würden wir für sich theilende Kerne halten (vergl. unsere Figur 88, k und Fig. 46 des Lehrbuchs). In diesem Falle wenigstens würden die Bilder zusammenstimmen, und das ist, wie wir ausdrücklich hervorheben, alles, was wir hiemit constatieren möchten.

Noch auf eine interessante Analogie möchten wir aufmerksam machen. Es will uns nämlich vorkommen, als gleiche eine ihr Secret einschliessende Riesenzelle gar sehr einer die Dotterkugeln in sich einschliessenden Eizelle. Oefters liegt auch in der Riesenzelle helle Protoplasmamasse um den excentrisch gelagerten Kern, was besonders bei der Theilung hervortritt (Fig. 88, pr), eine Erscheinung, welche auch bei der Theilung des Eies sich wiederholt. Auf weiteres nach dieser Richtung kommen wir unten bei Besprechung der Entwicklungsgeschichte der Cutisdrüsen zurück.

Wir betrachten nun die nächstfolgenden kleineren Drüsen, welche wir aus unten vorzubringenden Gründen Spritzdrüsen nennen wollen.

## II. SPRITZDRÜSEN.

Die Spritzdrüsen sind ausserordentlich viel kleiner als die Riesendrüsen, durchschnittlich $^1/_6$ mm lang und in jedem Hautringel stets zwischen dem Riesendrüsen- und Schuppengürtel gelagert (vergl. Fig. 53, Tafel IX, sdr). Wie Fig. 92 (Tafel XI) zeigt, bilden sie, im Gegensatz zu den des Lumens entbehrenden Riesendrüsen, Säckchen, welche je einen Hohlraum umschliessen, und deren Wandung mit meist regelmässigem kleinzelligem Epithel bekleidet ist (Fig. 92 drep). Das Lumen ist mit Secret erfüllt (Fig. 92, l). Das Drüsenepithel liegt wie dasjenige der Riesendrüsen innerhalb einer glatten Muskelhülle, welche sich direct in die Zellen der Urschicht der Epidermis fortsetzt (Fig. 89, 91 und

92 glm). Eine besondere Complication zeigt der Ausführgang. Nachdem dieser von aussen nach innen die Epidermis durchlaufen hat, erweitert er sich unterhalb derselben zu einer Hohlkugel (Figg. 89, 91, 92 amp), welche wiederum mit dem Lumen der Drüse mittelst eines sehr engen Canälchens communiciert. Wir nennen die Kugel die Ampulle (amp) des Ausführganges.

Um das feine Röhrchen, welches dieselbe mit dem Drüsenlumen verbindet, herum liegt eine verhältnissmässig mächtige Lage von Ringmuskulatur (Figg. 89, 91, 92, b).

Ein so complicierter Mechanismus hat auch gewiss eine besondere Bedeutung, und diese wird wohl im folgenden zu suchen sein: Nachdem die Ampulle in Folge der Peristaltik des Drüsenmuskelschlauches mit Secret gefüllt worden ist, wird auf eine Reizung hin der Ringmuskel sich contrahieren und so erstens Verschluss der Ampulle gegen das Drüsenlumen und zweitens, da er auch die Ampulle zur Hälfte umgiebt, eine Ejaculation des Ampulleninhalts durch den Ausführgang bewirken. Es würde die Einrichtung im kleinen die des männlichen Geschlechtsapparates wiederholen; die Drüse würde man etwa einer Vesicula seminalis vergleichen können, die Ampulle zusammen mit dem Ringmuskel dem Bulbus urethrae, den Ausführgang endlich der Urethra.

Dass eine solche Ejaculation von Gift aus den Hautdrüsen der Amphibien stattfindet, beweist Wagler's Erfahrung, dass er im Auge heftigen Schmerz empfand, als er sehr nahe auf eine Hyla hinblickte; und allbekannt ist es, dass man bei der Anatomie eines Amphibiums leicht in heftiges Niesen fällt; speciell bei Ichthyophis ist uns dies öfters begegnet, als wir die in Chloroform frisch getödteten Thiere auf ihre Eier untersuchten, wobei die Drüsen jedenfalls noch nicht abgetödtet waren und noch auf Reize reagierten. Da der Ausführgang der Drüse durchschnittlich nur 0,016 mm Durchmesser hat, wird ein ejaculierter Strahl nicht gesehen werden können. Die ausgeworfenen Giftstäubchen werden eingeathmet und reizen die Nasennerven.

Die Spritzdrüsen bilden die vorherrschende Drüsenform aller jüngeren Larven. Später fallen zunächst die Riesendrüsen in's Auge. Diese besitzen weder Ringmuskel noch Ampulle. Ihre um den Hals der Drüse sehr starke Muskulatur wird gerade genügen, das gewiss zähflüssige Secret hinauszupressen, kaum aber, dasselbe hinauszuschleudern. Die zwischen Riesen- und Spritzdrüse stehende Drüse der Figur 93 besitzt den Ringmuskel, aber keine Ampulle.

Leydig sagt, der Ausführschlauch einer Hautdrüse erweitere sich trichterförmig, und mit diesem Trichter komme er auf eine gleich grosse Oeffnung der Hautdrüse zu sitzen[3]) pag. 285); diese wiederum ihrerseits verengere sich gegen die Drüse zu trichterförmig (pag. 286). Wie Leydig's Figur 9 zeigt, wurde hier die Ampulle einer Spritzdrüse gesehen; sie war aber mitten durchgerissen worden.

Die von Leydig[3]) (pag. 284) beschriebene spiralige Leiste im Ausführgang existiert wenigstens bei Ichthyophis nicht, wie wir auf Längsschnitten durch denselben bequem prüfen konnten. Die auf Figur 9 der Leydig'schen Abhandlung gezeichneten Ringel sind

ringförmig um den Ausführgang angeordnete Epidermiszellen, wie unsere Figur 90 darstellt. Die Kerne derselben sah Leydig und stellte sie auf der angezogenen Figur rechts dar. Es sind diese Zellen etwas lichtbrechend, offenbar bis zu einem gewissen Grade verhornt.

## III. KLEINSTE HAUTDRÜSEN.

Diese besetzen die Stellen, wo die Spritzdrüsen nicht mehr Platz finden (Tafel IX, Fig. 53, kdr). Sie haben ein kleines regelmässiges Epithel, ein Lumen und, wie es scheint, auch einen Ringmuskel (Tafel XI, Fig. 84 drep und b). —

## IV. ZUR ENTWICKLUNGSGESCHICHTE DER CUTISDRÜSEN.

Hierzu Tafel X, Figg. 73—78.

Dass die Hautdrüsen der Wirbelthiere insgesammt als eine Wucherung der von uns sogenannten Urschicht der Epidermis entstehen, ist längst bekannt. Wir haben aber bei Ichthyophis einige Beobachtungen gemacht, die nicht ohne Interesse sein dürften und vielleicht verdienen, weiter geprüft zu werden. Die gewonnenen Entwicklungsstadien sind Larven entnommen, und da die Haut derselben hauptsächlich mit Spritzdrüsen besetzt ist, so werden wir auch wesentlich Entwicklungsstadien dieser Sorte vor uns haben.

Eine leichte Einsenkung der Urschicht der Epidermis nach der Cutis zu bezeichnet die erste Anlage einer Hautdrüse (Tafel X, Figg. 73 und 74). Die tiefste Stelle dieser Einsenkung nimmt eine einzige Zelle ein, welche ihre frühere cylindrische Form in eine rundliche verwandelt hat (Figg. 73, 74, 75 druz), welcher Formveränderung auch der Kern sich unterwirft. Wir nennen sie die Drüsenurzelle.

Folgen wir, bevor wir unsere Aufmerksamkeit den umliegenden Cylinderzellen der Urschicht zuwenden, zunächst der weiteren Ausbildung der in's Auge gefassten Drüsenurzelle, so erfahren wir, dass dieselbe sich stark vergrössert und dass zugleich ihre Kerne sich theilen. Dies zeigt Figur 76, welche von einem Embryo genommen ist, dessen Epidermis noch zweischichtig war (druz).

Ein weiteres Stadium stellt uns Figur 77 (sc) vor, wo die Kerne sich weiter getheilt haben, wo aber dennoch Zellgrenzen ausgeblieben sind. Wir haben ein mit Kernen erfülltes Syncytium vor uns, und aus diesem bildet sich das Epithel der Drüse.

Dieses aus den gegebenen Bildern mindestens als sehr wahrscheinlich erfolgende Ergebniss, dass das Epithel einer Hautdrüse aus einer einzigen Zelle der Urschicht der Epidermis seinen Ursprung nimmt, ist an sich schon interessant; dann aber drängt sich

uns eine Aehnlickeit auf, die wir kaum von uns abweisen können: die entstehende Drüsenurzelle nimmt sich aus wie eine Ei- oder besser noch wie eine Ureizelle; ja, einer solchen sind wir geneigt, sie direct zu vergleichen.

Wir haben schon in Ceylon längere Zeit hindurch uns mit der Entstehung des Eies der Blindwühle beschäftigt und denken später einmal Gelegenheit zu nehmen, unsere Beobachtungen darüber zu veröffentlichen. Für jetzt nur soviel, dass zuerst im Ovarium eine Ureizelle auftritt, deren Kern sich theilt, ohne dass dabei die Zelle selbst in Tochterzellen zu zerfallen braucht; so entsteht eine Zelle mit mehreren, ja vielen Kernen, und unter diesen vergrössert sich nun ein einziger Kern bedeutend und giebt sich kund als Keimbläschen des definitiven Eies. Mit dem Heranwachsen derselben verschwinden die übrigen Kerne der Zelle, und wir bekommen die definitive Eizelle.

Bei unsern Drüsen kommt es nun zur Bildung von Urzelle und Syncytium. Die Kerne des letzteren aber lösen sich nicht auf zu Gunsten eines einzigen, des Keimbläschens, sondern das Protoplasma grenzt sich um dieselben zu Zellen ab, und diese werden zu den secernierenden Zellen der Drüsen.

Wie wir schon oben bemerkt haben, kann entweder das Secret sofort nach der Fabrication von der Zelle ausgeschieden werden (gewöhnliches Drüsenepithel), oder die Zelle behält dasselbe in sich, bis sie in Folge monströsen Anschwellens an ihrem dem Kernpol entgegengesetzten protoplasmaarmen Pole einreisst. So bildet sich eine Riesenzelle, und diese wiederum gleicht, wie schon hervorgehoben, einer mit Dotter erfüllten Eizelle. Diese letztere ist von einer dotterlosen Eizelle im wesentlichen durch nichts anderes unterschieden, als dies eine Riesenzelle von einer gewöhnlichen Drüsenzelle ist. So zeigt sich uns zwischen einer Eizelle und einer Drüsenzelle eine grosse Aehnlichkeit, und was sind auch die Dotterkörner selbst anderes als ein im Leib der secernierenden Zelle verharrendes Drüsensecret?

Vielleicht lohnt sich auch hier eine kurze Vergleichung einer einzelligen Drüse, wie wir solche in der Epidermis der Larve in der Form von Becherzellen auftreten sahen, mit einer zusammengesetzten Cutisdrüse. Wir unterschieden zwei Entwicklungsstadien der Becherzelle. Die noch unausgebildete Zelle enthält in einzelnen Räumen ihres Protoplasmas einzelne Tropfen von Drüsensecret; die Zelle stellt Zellleib und Secret zugleich vor (siehe Tafel VIII, Fig. 43). Dieses Stadium entspricht nach unserer Meinung einer Riesenzelle oder etwa der mit Dotter erfüllten Eizelle. Das weitere Entwicklungsstadium (Tafel VIII, Fig. 45) zeigt zwei getrennte Abschnitte: den Zellleib und das Secret. Wir vermutheten, die Zelle habe sich vom Secrete weggezogen; sie gleicht jetzt einer der kleinen Epithelzellen der Spritzdrüsen (Tafel XI, Fig. 92, drep), welche ihr Secret sofort nach dessen Bereitung nach dem Lumen der Drüse ausstossen. Diesem Drüsenlumen, dem Secretbehälter der zusammengesetzten Drüse, würden wir physiologisch den mit Secret erfüllten Raum der Becherzelle (die Theka F. E. Schulze's) vergleichen.

Welche der beiden Drüsenarten repräsentiert nun die embryonalere Form der Ausbildung, die Riesen- oder die Spritzdrüse? Behufs Beantwortung dieser Frage müssen wir uns daran erinnern, dass die erste Anlage einer Drüse nicht eine Einstülpung, sondern eine solide Wucherung ist. Der Unterschied zwischen Riesen- und Spritzdrüse besteht aber in der Hauptsache darin, dass die Spritzdrüse ein Lumen besitzt, die Riesendrüse aber eines solchen entbehrt. So denken wir nicht zu irren, wenn wir die Riesendrüse, obschon dieselbe an Masse die Spritzdrüse gewaltig übertrifft, doch für ein weniger ausgebildetes Organ ansehen, als die letztere es ist, gewissermaassen als ein dauernd gebliebenes Embryonalstadium der letzteren. Auch der übrige complicierte Apparat der Spritzdrüse spricht für ihre höhere Stellung. Die Zellen der Riesendrüse aber wuchsen nur desshalb so sehr mächtig an, weil sie ihr Secret nicht entleerten; sie vergrösserten sich so weit, als der Körper des Thieres ihnen Raum liess.

Nach dieser Abschweifung wenden wir uns nochmals zu unseren Figuren. Wir sehen nämlich noch weitere Elemente, als jene Drüsenurzelle an der Bildung einer Drüse theilnehmen. Die der Drüsenurzelle nächstliegenden Cylinderzellen der Urschicht der Epidermis legen sich um die Drüsenurzelle herum und verlängern sich (Figg. 73—77 glm). Ihre Köpfe können sich zwischen einander einkeilen, wie Fig. 75 zeigt; doch haben wir hier die beginnende Drüse offenbar etwas seitlich, nicht ganz in der Mitte getroffen, da Figur 77 zeigt, dass intercellular in der Mitte der Drüsenanlage ein Canal entsteht, der spätere Ausführgang (Fig. 77, af) der Drüse. Die denselben umgebenden cylindrischen Zellen werden zu der glatten Muskulatur des Halstheiles der Drüse, wie aus den beigegebenen Abbildungen zweifellos erhellt. Die Frage freilich, ob auch die den unteren Theil der Drüse umgebende glatte Muskulatur (Fig. 78 $glm_1$ in früher Ausbildung) durch Theilung aus jenen Epidermiselementen sich bildet oder aus veränderten Zellen des Syncytiums oder dem umliegenden Bindegewebe ihren Ursprung nimmt, ist mit den gegebenen Bildern nicht entschieden. Wir können aber doch als Ergebniss aufstellen: Das Drüsenepithel entwickelt sich aus einer einzigen Zelle der Urschicht der Epidermis; die umliegenden Cylinderzellen geben entweder der ganzen oder dem mächtigsten Theile der glatten Muskulatur der Drüse den Ursprung. Dass die glatten Muskeln aus den umgewandelten tiefsten Epidermiszellen hervorgegangen seien, vermuthete Leydig[2]) schon 1868 (pag. 89, Anmerkung). —

Bilder frühester Entwicklungsstadien wie die gegebenen bekommt man selten, und doch entwickeln sich während des Wachsthums des Thieres neue Cutisdrüsen beständig und in Masse. Daraus geht hervor, dass die allerersten Stadien rasch durchlaufen werden, eine den Embryologen keineswegs überraschende Erscheinung.

Einen interessanten Vergleich bietet die Entwicklung einer Cutisdrüse mit derjenigen eines Seitenorgans. Nehmen wir an, dass die von uns gemachten Angaben richtig seien, so besteht zunächst die Aehnlichkeit in der Entwicklungsweise beider Organe im folgenden: Das Drüsenepithel entsteht aus einer Drüsenurzelle, der sensible Theil des Seiten-

organs aus einer Sinnesurzelle. Die glatten Muskeln der Drüse bilden sich durch Verlängerung der umliegenden Cylinderzellen der Urschicht, die Stützzellen des Seitenorgans auf ganz die gleiche Weise. Im übrigen aber ist alles gerade umgekehrt: Die Drüsenurzelle entwickelt sich aus der Urschicht, die Sinnesurzelle aus der zweiten Schicht der Epidermis. Die Drüse nimmt ihre Entstehungsrichtung nach einwärts von der Epidermis dem Körperinnern zu, das Sinnesorgan entfaltet sich nach der Aussenwelt.

Für die Möglichkeit, dass aus einem fertigen Seitenorgan eine Cutisdrüse sich herausbilden könnte, wie Leydig vermuthete, haben wir keinen Anhaltspunkt gefunden. Dagegen herrscht zwischen den Stützzellen des Sinnesorgans und den glatten Muskeln der Drüse eine grosse Aehnlichkeit. Beide entwickeln sich auf dieselbe Weise aus der Urschicht der Epidermis durch in die Länge wachsen der Cylinderzellen. Während diese letzteren aber bei den Drüsen zu rein animalen Elementen werden, die sich später noch weiter theilen und umformen, zeigen sie bei den Seitenorganen in ihrer Ausbildung eine leicht secretorische Function, wie wir glauben im diesbezüglichen Abschnitte mehr als wahrscheinlich gemacht zu haben. Ob freilich den Stützzellen der Seitenorgane doch auch einige Contractilität zu vindicieren wäre, wie aus Beobachtungen Leydig's hervorzugehen scheint und wie auch wir für sehr wahrscheinlich halten, wollen wir einem künftigen Untersucher zu entscheiden anheimstellen. —

Endlich können wir es uns nicht versagen, auf eine interessante Analogie zwischen den Hautdrüsen der Amphibien und denjenigen gewisser Mollusken aufmerksam zu machen, und zwar möchten wir speciell auf die von F. Blochmann (Z. f. w. Z. 38, 1883, pag. 411 ff.) beschriebenen merkwürdigen Drüsenzellen am Mantelrand der Aplysien hinweisen. Diesem Autor zufolge kommen dort Drüsenzellen von enormer Grösse vor, welche für sich allein nahezu so mächtig wie eine ausgebildete Riesendrüse von Ichthyophis werden. Ihre Grösse beträgt einen Millimeter; sie entbehren einer Zellmembran und sind von einer Hülle umgeben, welche theils aus Bindegewebszellen, theils aus verzweigten Muskelfasern besteht. Ihr Secret entleeren sie durch einen mehrzelligen Ausführgang. Sie gehören offenbar in die Kategorie der Riesenzellen, indem sie Zellleib und Secret zugleich vorstellen. Besonders merkwürdig sind die Bilder, welche Blochmann von der Entwicklung dieser Drüsen zeichnet. Es existiert hier eine entschiedene Aehnlichkeit mit der Entwicklung z. B. einer Riesendrüse von Ichthyophis. Eine Epidermiszelle vergrössert sich zur Drüsenzelle, ohne freilich wie unsere Drüsenurzellen secundär in Theilzellen zu zerfallen; doch kommt wohl ähnliches an gewissen Manteldrüsen von Dolabella vor, die wirklich vielzellig sind. Um diese heranwachsende Drüsenzelle nun legen sich andere Zellen, welche der Lage und Form nach auffallend den sich entwickelnden glatten Muskelzellen der Ichthyophisdrüsen entsprechen, wie sie Figur 78 unserer Tafel X vorführt. Obschon nun Blochmann annimmt, sie seien Zellen des umliegenden Bindegewebes, welche sich um die Drüse herumschmiegten, so legen doch seine Figuren 14 bis 16, sonderlich aber Figur 15 nahe, zu denken, dass auch sie aus der Epidermis ihre Entstehung ge-

nommen haben. Wir möchten fast glauben, dass das Muskelnetz aus ihnen sich herausbilden dürfte, welches die Drüsenzelle umspinnt. Dies wäre dann wie die Entwicklung der glatten Drüsenmuskulatur bei Ichthyophis ein interessanter Fall von ectodermaler Entstehung muskulöser Elemente.

## Literaturverzeichniss.


1. **Leydig**, Lehrbuch der Histologie, 1857.
2. **Leydig**, Ueber die Molche der würtembergischen Fauna, 1868.
3. **Leydig**, Ueber die Schleichenlurche (Coeciliae), Z. f. w. Z., 1868.
4. **Leydig**, Ueber die allgemeinen Bedeckungen der Amphibien, Arch. f. mikr. Anat., Bd. 12, 1876.
5. **Wiedersheim**, Die Anatomie der Gymnophionen, 1879.
6. **Paulicki**, Ueber die Haut des Axolotl's, Arch. f. mikr. Anat., Bd. 24, 1886.

## Tafel VI.

Alle Figuren beziehen sich auf die Larve von Ichthyophis.

Fig. 1. Hügelorgan (pg. 44—46).

Fig. 2. Stützzelle mit Fortsatz (bg) nach dem Bindegewebe.

Fig. 3. Hügelorgan.

Fig. 4 und 5. Sinneszellen.

Fig. 6. Hügelorgan und Nebenohr neben einander in der Epidermis gelagert; (Umriss mit dem Prisma gezeichnet, das andere eingetragen.)

Fig. 7, 8 und 9. Hügelorgane.

Fig. 10. Sinneszellen.

Fig. 11—18. Successive Entwicklungsstadien der Seitenorgane (pg. 52—55).

---

## Zeichenerklärung von Tafel VI und VII.

*bg* Epidermiszellfortsatz zum Bindegewebe. *bl* Blutcapillare. *bs* Bindegewebssäulchen mit Nerv. *ep* Epidermiszellen. *g* Endganglion. *gz* Ganglienzellen. *hk* Hörkeulchen. *ho* Hügelorgan. *hr* Hyaline Röhre. *mt* Mantelzellen. *n* Nerv. *no* Nebenohr. *p* Fragliche Körperchen. *sc* Secret der Stützzellen. *sn* Sinneszellen. *st* Stützzellen.

---

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

C. W. Kreidels, Verlag

# Tafel VII.

Fig. 19—24, 26, 27, 29 und 31. In verschiedenen Richtungen gefallene Schnitte durch die flaschenförmigen Seitenorgane oder „Nebenohren“ (pg. 46 ff.).

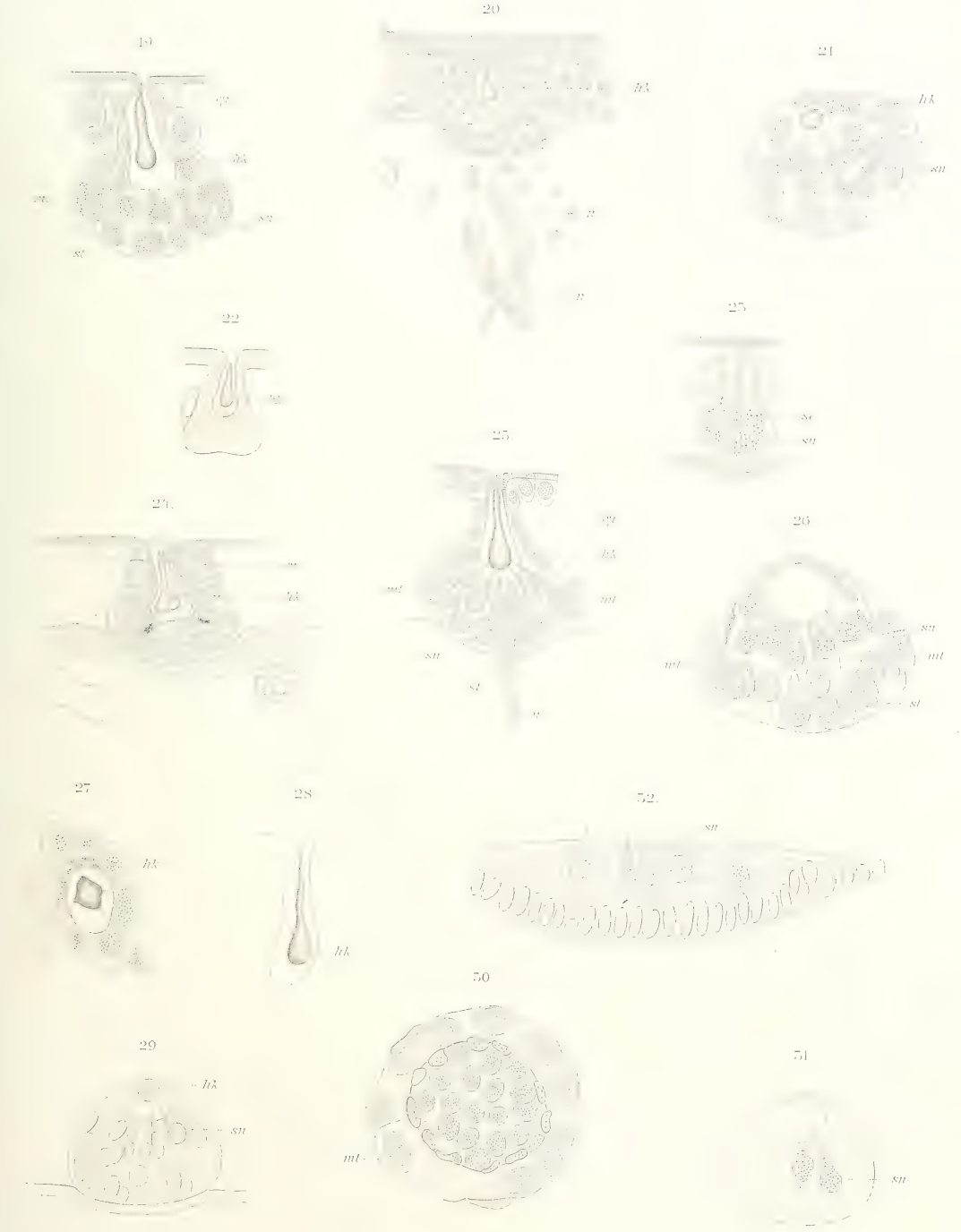
Fig. 25. Nebenohr, aus Einzelbildern construiert.

Fig. 28. Hörkeulchen.

Fig. 30. Querschnitt durch die Basis eines Organs.

Fig. 32. Schnitt durch die Macula sacculi.

Zeichenerklärung siehe Tafel VI.




W. Kreidels Verlag, Wiesbaden.

# Tafel VIII.

Fig. 33, 34, 35, 36 und 37. Communicationsröhrchen zwischen den Intercellularräumen der Larvenepidermis und dem Inhalt der Blutcapillaren (pg. 66 ff.).

Fig. 38. Gallertgewebe eines Embryos (pg. 68).

Fig. 39. Flachschnitt durch die Epidermis einer Larve (pg. 66).

Fig. 40. Cuticula der Larvenepidermis von der Fläche gesehen (pg. 66).

Fig. 41. Blutcapillarnetz unterhalb der Epidermis des erwachsenen Thieres (pg. 68).

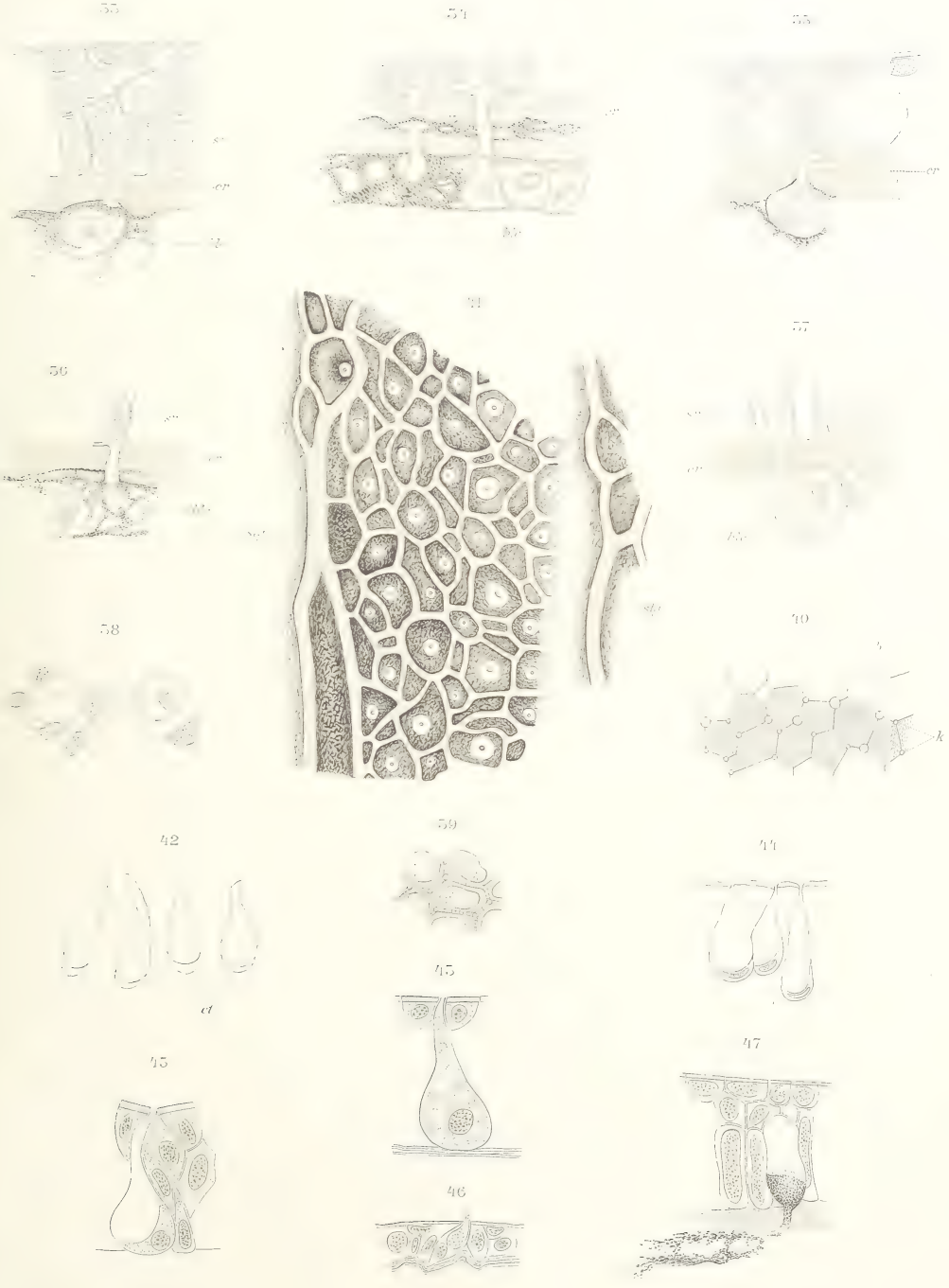
Fig. 42. Becherzellen aus der Epidermis der Larve nach Behandlung mit Kalilauge (pg. 74).

Fig. 43 und 45. Becherzellen aus der Larvenepidermis (pg. 73—74).

Fig. 44 und 46. Schleimzellen aus dem Epithel der Mundhöhle der Larve (pg. 74).

Fig. 47. Pigmentumsponnene Zelle der Urschichte der Larvenepidermis (pg. 74).

*b* Ausführgänge von Becherzellen. *blc* Blutgefässcapillare. *cr* Communicationsröhrchen. *ct* Cuticula. *k* „Kamine“ des Intercellularsystems. *sr* Sammelröhrchen des Intercellularsystems. *stg* Stärkeres Blutgefäss, von dem das Capillarnetz je eines Hautringels ausgeht.




Sarasin del.

Lith Anst v. Werner & Winter Frankfurt a/M.

C. W. Kreidels Verlag, Wiesbaden.

# Tafel IX.

Fig. 48. Die Hautringelung des Bauches eines erwachsenen Thieres (pg. 77).

Fig. 49. Siehe Erklärung bei Fig. 60 (Tafel X).

Fig. 50. Längsschnitt durch die Haut eines zum Ausschlüpfen reifen Ichthyophis-Embryos (pg. 79).

Fig. 51. Eine Schuppe von oben gesehen (pg. 81).

Fig. 52. Faserverlauf der horizontalen Bindegewebsschicht der Schuppe (pg. 81).

Fig. 53. Längsschnitt durch einen Hautringel eines ausgewachsenen Thieres (pg. 80).

Fig. 54. Längsschnitt durch die Haut einer alten Larve (pg. 82).

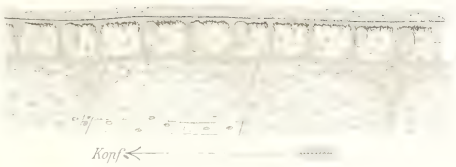
Fig. 55 und 56. Schnitte durch die bindegewebige Schuppenplatte und die Squamulae (pg. 81—82).

Fig. 57. Flachschnitt durch die Haut eines ausgewachsenen Thieres (pg. 80).

*a* obere, *b* untere horizontale Bindegewebslage der Cutis. *bpe* Basales Pseudoepithel der Schuppe. *dra* Drüsenanlagen. *drg* Drüsengürtel. *ep* Epidermis. *hb* Horizontale Bindegewebslage der Schuppe. *kdr* Kleinste Cutisdrüse. *ope* Oberes Pseudoepithel der Schuppe. *rdr* Riesendrüse. *sdr* Spritzdrüse. *s* Schuppen. *st* Schuppentasche. *sg* Schuppengürtel. *sq* Squamulae. *vb* Verticale Bindegewebslage der Schuppe. $vb_2$ Zweite verticale Bindegewebslage der Schuppe. *vl* Vertical zwischen den beiden horizontalen Bindegewebslagen *a* und *b* der Cutis aufsteigende Bindegewebslamellen.

48

50

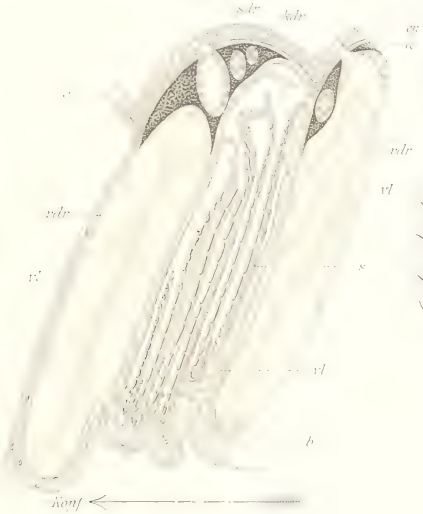



49

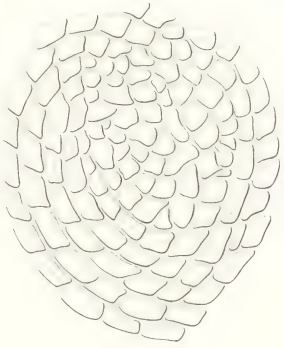
52



53



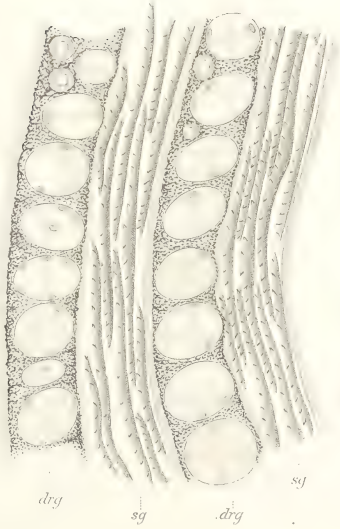

51



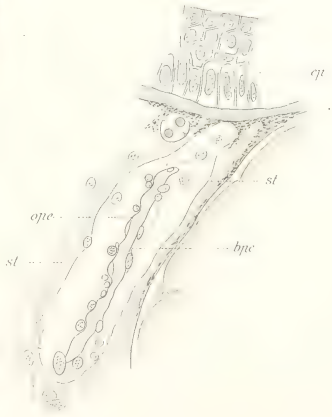

55

56

57




54



## Tafel X.

Fig. 58. Schnitt durch den im Bindegewebe festsitzenden Schuppenrand (pg. 82).

Fig. 59. Dito durch den oberen freien Schuppenrand (pg. 83).

Fig. 60. Durchschnitt der bindegewebigen Schuppenplatte mit darauf sitzenden quer getroffenen Squamulae (pg. 82). Senkrecht auf die obere verticale Bindegewebslage $vb_2$ ist der Schnitt Fig. 49 Tafel IX gefallen.

Fig. 61. Eine Anzahl neben einander liegender Squamulae (pg. 82).

Fig. 62. Dasselbe wie Figur 58.

Fig. 63. Längsschnitt durch eine Squamula (pg. 82).

Fig. 64. Schuppenrand mit oberen Pseudoepithelelementen (pg. 82).

Fig. 65. Squamulae und dazwischen Streifen der bindegewebigen Schuppenplatte (pg. 82).

Die Erklärung der auf Fig. 58—65 angebrachten Buchstaben findet sich bei Tafel IX.

Fig. 66—72. Cuticularborsten (pg. 74—76).

Fig. 73—78. Entwicklungsstadien von Cutisdrüsen (pg. 90—93).

*af* Ausführgang. *druz* Drüsenurzelle. *glm* Erste Anlage der glatten Muskulatur der Drüse. *sc* Syncytium.

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

# Tafel XI.

Fig. 79, 80, 81, 85, 86, 87, 88, 94. Längs- und Flachschnitte durch Riesendrüsen (pg. 85 ff.).

Fig. 82, 83. Querschnitte durch den oberen Theil einer Riesendrüse (pg. 86, 87).

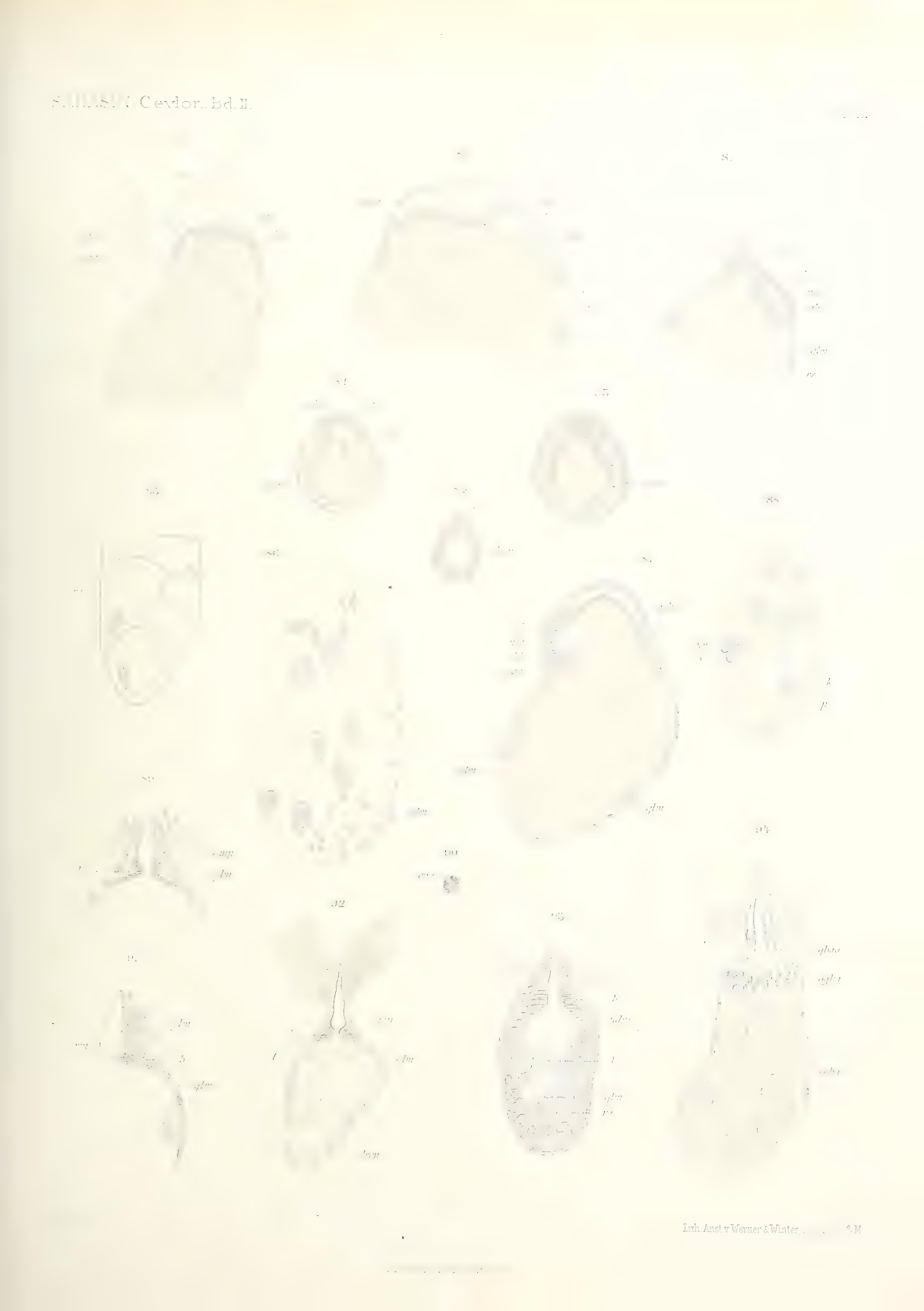
Fig. 84. Kleinste Drüse (pg. 90).

Fig. 89, 91, 92. Spritzdrüsen im Längsschnitt (pg. 88 ff.).

Fig. 90. Querschnitt durch den in der Epidermis verlaufenden Ausführgang einer Spritzdrüse (pg. 86, 89).

Fig. 93. Hautdrüse, welche in ihrer Ausbildung zwischen einer Riesen- und einer Spritzdrüse steht (pg. 87).

*abl* Aeusseres Blatt der Nebendrüse (pg. 87). *ag* Ausführgang. *amp* Ampulle der Spritzdrüse. *b* Ringmuskel (Bulbus) des Drüsenhalses. *drep* Drüsenepithel. *epz* Epidermiszellen um einen Drüsenausführgang. *glm* Glatte Muskulatur. *glma* Glatte Muskulatur, den Drüsenausführgang bildend. *ibl* Inneres Blatt der Nebendrüse. *k* Kerne der Riesenzellen. *l* Drüsenlumen, mit Secret erfüllt. *ndr* Nebendrüse. *ndrz* Zellen, aus denen sich eine Nebendrüse entwickeln könnte. *oglm* Glatte Muskulatur oben am Drüsenkopf. *pr* Protoplasmahof um die sich theilenden Kerne einer Riesenzelle. *rz* Riesenzellen. *zhb* Zellenhaube.



Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a. M.

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

# ERGEBNISSE

NATURWISSENSCHAFTLICHER

# FORSCHUNGEN

AUF

# CEYLON

IN DEN JAHREN 1884—1886

VON

Dr. PAUL SARASIN und Dr. FRITZ SARASIN.

**ZWEITER BAND.**

DRITTES HEFT.

**Zur Entwicklungsgeschichte und Anatomie der ceylonesischen Blindwühle Ichthyophis glutinosus.**

Dritter Theil: Das Schicksal des Dotters; Ueber die Homologie der Keimblätter im Thierreiche auf Grund des Satzes, dass die beiden Keimschichten der Gastrula nicht dem Ektoderm und Entoderm, sondern dem Blastoderm und Dotter der Vertebraten entsprechen; der Enddarm der Embryonen.

*MIT DREI TAFELN.*

WIESBADEN.
C. W. KREIDEL'S VERLAG.
1889.

# ZUR ENTWICKLUNGSGESCHICHTE UND ANATOMIE

DER

# CEYLONESISCHEN BLINDWÜHLE ICHTHYOPHIS GLUTINOSUS

## (EPICRIUM GLUTINOSUM AUT.).

DRITTER THEIL.

---

HIERZU TAFEL XII, XIII, XIV.

# DAS SCHICKSAL DES DOTTERS.

HIERZU TAFEL XII UND XIII.

In einem früheren Abschnitte haben wir das Ei unserer Blindwühle beschrieben und dabei als merkwürdigstes Ergebniss die Aehnlichkeit desselben mit den Eiern von Sauropsiden hervorgehoben; wir erinnern an den mächtigen strohgelben Dotter, die runde weissliche Keimscheibe, die Latebra und die Chalazen. Wir haben dann weiterhin die Eiablage und die eigenthümliche Pflege geschildert, welche das Mutterthier der Brut zu Theil werden lässt.

Seitdem hat nun O. P. Hay (10) das Glück gehabt, Eier von Amphiuma in seine Hand zu bekommen und dabei Verhältnisse aufgedeckt, welche, wie schon Ryder (16) hervorhob, sich auf's engste an das von uns bei Ichthyophis beobachtete anschliessen. In der trockenen Jahreszeit fand Hay unter einem gefallenen Baumstamm ein weibliches Amphiuma um ein Häufchen von Eiern zusammengerollt. Die Eier waren an langen Eiweissschnüren aufgereiht, die so vielfach unter einander verschlungen waren, dass ein Entwirren nicht gelingen wollte. Sie enthielten spiralig zusammengekrümmte Embryonen von etwa 45 mm Länge, die jederseits drei äussere Kiemenfedern trugen. Die rundlichen Eier maassen etwa 9 mm, sie sind also halb so gross als die unseres Ichthyophis; denn, wenn auch das frisch gelegte Blindwühlenei ebenfalls ungefähr 9 mm im Durchmesser zeigt, so vergrössern sich doch, wie wir hervorgehoben haben, die Eier im Laufe der Entwicklung so bedeutend, dass sie zur Zeit, wenn sie Embryonen enthalten, die denen Hay's in ihrer Ausbildung gleichkommen, nahezu doppelten Durchmesser gewonnen haben. Dementsprechend ist auch die Zahl der Eier von Amphiuma eine viel grössere.

Wir führen diese Beobachtungen desshalb an, weil sie uns in verwandtschaftlicher Hinsicht wichtig erscheinen; hatten uns doch gerade unsere anatomischen und entwicklungsgeschichtlichen Ergebnisse dahin geführt, in den Blindwühlen eine Urodelengruppe zu erkennen, die uns Thieren wie Amphiuma recht nahe zu stehen schien. Ja man kann vielleicht die Amphiumiden gewissermaassen als bleibende Larvenformen der Caecilien betrachten. Namentlich vom Bau des Skeletes ausgehend hat auch Cope (5) die nahe Verwandtschaft der Apoden mit Amphiuma vertreten.

Hay machte ferner die Beobachtung, dass trotz der grossen Trockenheit des Bodens die Eier feucht gehalten waren und schloss daraus, dass offenbar von der Mutter durch Vermittlung der Hautdrüsen der Brut Wasser zugeführt werde; er bemerkte auch, dass das mütterliche Amphiuma alle Gegenstände, die mit ihm in Berührung kamen, benetzte. Wir sehen darin eine Bestätigung des von uns über die Brutpflege des Ichthyophis gesagten, deren Nutzen wir aber neben der Erhaltung gleichmässiger Feuchtigkeit und dem Schutze vor Feinden auch in einer Ernährung der Brut gesucht haben, da wir die starke Gewichts- und Grössenzunahme der Eier nicht nur auf eine Aufnahme von Wasser glaubten zurückführen zu dürfen. Die Beobachtung von Hay, dass das mütterliche Amphiuma beständig aus seinen zahllosen Hautdrüsen Feuchtigkeit ausschwitze, dient nun, da wir dieses Secret sicherlich nicht als reines Wasser ansehen können, unserer Meinung als willkommene Stütze.

Weiterhin haben wir dann über die Furchung des Ichthyophiseies berichtet, dass sie ganz nach Weise der meroblastischen Sauropsideneier zunächst ausschliesslich in der Keimscheibe sich abspiele und haben dann in unserer Beschreibung den Dotter in einem Stadium verlassen, wo der Embryo schon eine grosse Zahl von Urwirbeln besass, wo am Kopftheil die einzelnen Regionen sich schon scharf gesondert hatten und wo das Vorderhirn mit den Augenblasen, Mittel- und Hinterhirngegend deutlich zu erkennen waren. Zu dieser Zeit sieht man von der Embryonalanlage aus die Zerklüftung in den Dotter lebhaft fortschreiten, so zwar, dass die Theilstücke immer grösser werden, je weiter nach innen zu sie liegen; doch zeigt sich erst eine im Verhältniss zum Dotterdurchmesser schmale und noch fast gänzlich auf die den Embryo tragende Eihälfte beschränkte Rindenzone in getrennte Stücke zerfallen, während die centralen und die dem Dotterpol nahe liegenden Eipartien noch keine Zellengrenzen aufweisen. Ja es sind sogar Kerne, welche stets als Vorläufer der eigentlichen Zerklüftung auftreten, in der Gegend des Dotterpols noch spärlich, und im Inneren fehlen sie noch ganz. Man vergleiche den schematischen Durchschnitt durch einen Dotter dieses Stadiums (Taf. III, Fig. 19 dieses Bandes) und ebenso Figur 20 derselben Tafel, welche ein Stück der zerklüfteten Dotterrinde wiedergiebt.

Verfolgen wir nun das Schicksal des Dotters weiter bis zu seinem endlichen Verschwinden und betrachten zunächst seine äusseren Veränderungen an der Hand der auf Tafel XII dargestellten Reihe von Embryonen, welche sämmtlich in doppelter Grösse gehalten sind.

Im Stadium der Fig. 1a sehen wir den Dotter als eine grosse runde Masse, um welche herum der Kiemen tragende Embryo in starker Biegung sich krümmt; der Dotter tritt noch weit aus den Bauchplatten hervor, und nur eine dünne ihn umziehende, aus Hornblatt und Hautfaserschicht bestehende Membran bildet den ventralen Abschluss des Embryos (untere Vereinigungshaut, membrana reuniens inferior, Rathke); sie ist an den abgebildeten Embryonen wegpräpariert worden, um den Dotter klarer hervortreten zu lassen. Die Anlage des Darmes zeigt sich, wenn man den Dotter aus dem Embryo herausschält

und von der Rückenseite betrachtet (Fig. 1 b), als ein schmaler, in geradem Laufe von vorn nach hinten über ihn hinziehender Streif (da).

Wir bemerken hier zum voraus, was Querschnitte uns später lehren werden, dass das Darmepithel niemals den Dotter umwächst, sondern bis zu seinem völligen Schluss zum Rohre immer nur eine im Verhältniss zur Grösse des Dotters schmale Rinne bildend ihm aufgelagert ist. Wir können daher auch die Windungen und Drehungen, die wir den Dotter nun werden vollführen sehen, nicht als Aufrollungen des Darmes auffassen, sondern werden die mechanische Ursache in Spannungserscheinungen des Dotters selbst zu suchen haben.

Schon kurze Frist nach Ablauf des eben beschriebenen Stadiums zeigt der Dotter bei Betrachtung des Embryos von der rechten Seite (Fig. 2 a) eine tiefe Einbuchtung, und wenn man ihn von unten besieht (Fig. 2 b), so erkennt man, dass die ganze Dottermasse eine Knickung erlitten hat, deren Scheitel nach links gerichtet ist; wir nennen die beiden Schenkel derselben $\alpha$ und $\beta$. Auf der Dorsalseite (Fig. 2 c) kann man die Darmanlage (da) in einer gebrochenen Linie über den Dotter verlaufen sehen. Der Vorderdarm (vd) vollführt vor seinem Ansatz am Dotter eine spiralige Drehung, an welcher auch das Ende der Leber (l) Theil nimmt. Diese Windung des Vorderdarms besteht schon zu einer Zeit, wenn der Dotter noch keine Verbiegungen erlitten hat.

Nicht lange verharrt der Dotter in so einfachem Zustande; schon kurze Zeit darauf bildet er ein deutliches S (Fig. 3 a—d). Die ursprüngliche Einfaltung der Fig. 2 a ist von der rechten Seite des Embryos aus (Fig. 3 a) fast nicht mehr zu erkennen, und es zeigt sich hier nur noch ein ganz kleines Stück des Schenkels $\beta$, weil die ganze Schleife sich mehr nach links vorne geworfen hat. Der Dotter streckte sich in die Länge, wobei er natürlich auch schlanker geworden ist, und zu der früheren, mit ihrem Scheitel nach links vorne schauenden Knickung ist eine zweite, mit ihrem fundus caudalwärts gerichtete hinzugetreten. Auf den neu gebildeten Schenkel (Fig. 3 a, c, d, $\gamma$) setzt sich, wie die Betrachtung eines aus dem Embryo herauspräparierten Dotters von der rechten Seite (Fig. 3 d) lehrt, der Vorderdarm (vd) fort; den Hinterdarm (hd) sieht man in einer Schneckentour vom Dotter abgehen. Mit v ist überall die grosse in die Leber laufende Hauptvene des Dotters bezeichnet, welche einen guten Wegweiser bildet, um sich im Gewirr der Windungen zurecht zu finden.

Die Veränderungen in den Dotterwindungen gehen, wie es scheint, ziemlich rasch vor sich; Embryonen einer und derselben Brut zeigen öfters Differenzen. Offenbar sind Spannungen vorhanden, die in ziemlich kurzer Zeit ausgeglichen werden. Was den Embryo selbst betrifft, so sind an seiner äusseren Form seit dem letzten Stadium keine erheblichen Fortschritte zu bemerken; nur hat er sich mehr vom Dotter emancipiert, indem sein Vorderkörper sich viel weiter von ihm abhebt als früher, ein Verhältniss, das in der nächsten Entwicklungsstufe, zu der wir nun übergehen, noch mehr zu Tage tritt (Fig. 4 a—d).

Der Dotter ist hier noch schlanker geworden, und seine Windungen haben sich wieder in eine querere Richtung zur Längsaxe des Embryos gestellt. Der durch die erste

Furche abgetrennte Lappen $\beta$, welcher im letzten Stadium bei der Betrachtung des Embryos von der rechten Seite nur spurweise zum Vorschein gekommen war (Fig. 3a, $\beta$), hat sich weit nach rechts hinüber gelegt (Fig. 4 a, $\beta$), und ebenso ist der Lappen $\gamma$ auch bei der Ansicht von links sichtbar geworden (Fig. 4 b, $\gamma$). Am herausgeschälten Dotter erkennt man, wenn man ihn von rechts oben betrachtet (Fig. 4 d) und mit früheren Stadien vergleicht, dass am Ansatz des Vorderdarmes ein neuer sehr kleiner Lappen ($\delta$) entstanden ist und dass in gleicher Weise da, wo der Hinterdarm entspringt, eine weitere Windung ($\varepsilon$), die schon früher angedeutet gewesen, deutlicher sich markiert.

Der Streifen, der über die Dorsallinie dieses Dotters (bei n) hinläuft, bedeutet nicht den Darm, sondern verdankt der Niere und den sie begleitenden Gefässen seine Entstehung. Die Darmanlage nimmt vielmehr, wie wir später auf Schnitten sehen werden, an den Dotterwindungen passiv Theil und kommt so zwischen die Schlingen hineinzuliegen, so dass sie von aussen nicht mehr zu erkennen ist.

Noch während das Thier im Ei verweilt — es wächst darin bis zu etwa 7 cm Länge heran — schliessen die Bauchplatten um den Dotter zusammen. Es geschieht das zu der Zeit, wenn auch die Kiemen einzugehen anfangen. An solchen Embryonen ist dann äusserlich keine Spur mehr vom Dotter zu erkennen (vergl. Taf. V, Fig. 46 dieses Bandes), ja es lässt nicht einmal eine Verdickung des Körpers ahnen, dass noch reichlicher Dotter vorhanden ist. Oeffnet man einen solchen schlanken Embryo (Fig. 5 a), so sieht man mit Erstaunen den Dotter ausserordentlich in die Länge gestreckt. Die Windungen, deren Bezug auf die früheren Bilder in Folge der durch Längenwachsthum und durch den von den Bauchwänden ausgeübten Druck bewirkten Veränderungen etwas erschwert wird, zumal wir Zwischenstufen zwischen Stadium 4 und 5 nicht besitzen, sind auseinander gezogen und bilden so eine zierliche Zickzacklinie. Bei der Betrachtung von der Rückenseite (Fig. 5 b) sieht man an dem nun schon ziemlich gerade gestreckten Darmcanal (da) die gelben Dotterwindungen krausenartig hängen. Die einzelnen Dotterlappen und die sie trennenden Furchen ($x_1$ und $x_2$) sind in gleicher Weise wie in Fig. 4 d bezeichnet worden, und es ist dabei noch zu bemerken, dass bei der Streckung die ganze Dotterpartie, welche in Fig. 4 d mit $\alpha$ und $\gamma$ markiert ist, sich umgeschlagen hat, wodurch der Darm, welcher auf dem genannten Bild durch eben diese Windungen dem Auge entzogen wird, wieder an die Oberfläche zu liegen gekommen ist.

Wann der Dotter definitiv verschwindet, das zu entscheiden, mangeln uns die Uebergänge. Schon die jüngsten freilebenden Larven aber, die wir untersuchten, zeigten keine Spur mehr davon; er wird also offenbar entweder noch im Ei selbst oder ganz kurz nach dem Ausschlüpfen resorbiert.

Höchst auffallender Weise zeichnen sich die Larven durch einen völlig gerade gestreckten Darm aus (Taf. XIII, Fig. 6, da). Alle die Windungen und Drehungen, welche der Dotter ausführte und welche die Darmanlage mitzumachen gezwungen war, haben nicht die leiseste Spur zurückgelassen, und das Endresultat dieser ganzen Erscheinung bildet

ein schnurstracks von vorne nach hinten laufender Darmcanal. Es ist somit auf Umwegen das Verhältniss wieder erreicht worden, von dem wir ursprünglich ausgegangen sind (vergl. die Figg. 1 b und 6).

Es bleibt uns nun noch übrig, die inneren Veränderungen des Dotters zu verfolgen und zu erweisen, dass es wirklich der Dotter ist, welcher die Evolutionen ausführt, da, wie wir am Schlusse sehen werden, von manchen Forschern die Windungen dem Darme zugeschrieben werden.

Figur 7 auf Tafel XIII zeigt einen Querschnitt durch den Dotter in einem Stadium, welches der Drehung unmittelbar vorausgeht. Im Dotter bemerkt man einen grossen Hohlraum, in welchen von allen Seiten Ballen mächtiger rundlicher Zellen hineinragen. Man sieht auch, dass einzelne Dotterzellen sich abknospen und in den Hohlraum fallen. Dort lösen sie sich auf, wie man aus den Resten von Zellmembranen, Kernen und mehr oder minder in Zerfall begriffenen Dotterkörnern leicht ersehen kann.

Die Wände des Dotters um das Lumen bestehen aus sechs bis acht oder mehr Zellenreihen, und zwar liegen gegen die Peripherie zu kleinere, polyedrische und dickwandigere Zellen, centralwärts allmählig grössere, kugligere und von feinerem Contour umgebene Elemente. Die Zellen selbst, zwischen denen man häufig engere oder weitere Intercellularräume (icr) wahrnehmen kann, sind sämmtlich mit Dotterkörnern vollgepfropft, neben welchen eine wechselnde Menge von Protoplasma nachweisbar bleibt. Fast ausnahmslos kann man in jeder Zelle einen Kern, oft auch mehrere nahe bei einander liegende finden, und zwar sind die Kerne der peripheren Zellen in der Regel grösser und von regelmässigerer Form als die der centralen, auch nehmen sie Carmin weniger intensiv an als die inneren, welche dabei ein glänzendes und hyalines Aussehen gewinnen.

Wir haben oben den Dotter in einem Stadium verlassen, wo erst eine schmale Rindenzone durchfurcht gewesen war. Der Zerklüftungsprocess schritt nun im Laufe der Entwicklung langsam weiter und drang von allen Seiten centralwärts vor. Ob aber jemals der ganze Dotter in regelmässige Theilstücke zerfällt, oder ob vielleicht ein kleiner centraler Dotterrest sich auflöst, ohne vorher in getrennte Zellen sich zerklüftet zu haben, erlaubt uns die Stufenfolge unseres Materials nicht zu entscheiden. Nehmen wir aber an, was wir für das wahrscheinlichere halten, der ganze Dotter sei wirklich in einem gewissen Stadium in Zellen gesondert gewesen, so tritt dann die Frage an uns heran, ob in diesem Falle das Ei von Ichthyophis als holoblastisch bezeichnet werden müsste, weil im Laufe der Embryonalentwicklung die Theilung Schritt für Schritt fortschreitend den ganzen Dotter meistert. Wir sind der Ansicht, dass ein solches Vorgehen die Begriffe: holo- und meroblastisch völlig verwischen würde und möchten daher, um eine praktische Grenze zu ziehen, vorschlagen, holoblastisch nur die Eier zu nennen, welche, wie z. B. das des Frosches, durch die ersten Theilungen in gänzlich von einander getrennte Stücke zerfallen und meroblastisch die grosse Menge derjenigen, bei welchen der Dotter die völlige Trennung des Eies in zwei, vier, acht u. s. f. Kugeln verhindert, gleichviel, ob dieser

Dotter weiterhin doch noch in Zellen zerfalle oder nicht. Wie man weiss, variieren diese Verhältnisse bei nahe verwandten Formen, und besonders lehrreich sind in dieser Beziehung die Mittheilungen von Roux (14), nach welchen bei ein und derselben Froschspecies neben normal sich furchenden Eiern Rieseneier vorkommen, deren Unterseite noch ganz ungefurcht geblieben sein kann, wenn die obere schon in feine Theile zerlegt ist.

Betrachtet man nun im Stadium, welchem unsere Figur 7 angehört, die Anlage des Darmes, d. h. des Darmepithels, so erkennt man sie blos in Form einer schmalen Platte von Cylinderzellen (Fig. 7, da), welche meist durch einen kleinen Hohlraum von den unterliegenden Dotterzellen getrennt ist, so dass dann das Bild eines Canales entsteht. Das Lumen desselben communiciert noch nicht durch eine grössere Oeffnung mit dem centralen Hohlraum des Dotters, wohl aber kann man an einigen Stellen (auf unserem Bilde nicht angedeutet) durch schmale Intercellulargänge feinkörniges, stark roth mit Carmin sich tingierendes Secret aus dem centralen Raume zur Darmrinne aufsteigen sehen.

Von einer Umwachsung des Dotters durch das Darmepithel ist keine Rede; ja es stösst sogar stellenweise die schmale Entodermzellenlage mit ziemlich scharfer Grenze an die benachbarten Dotterzellen an. An anderen Orten sind Uebergangsformen vorhanden, und man gewinnt dann den Eindruck, dass von den Dotterzellen, wie es ja im Grunde allgemein angenommen wird, Elemente abgeschnitten werden, die sich dem Darmepithel anlegen, dessen Zellen übrigens, wie die zahlreichen Kernfiguren lehren, selber in lebhaftester Theilung begriffen sind.

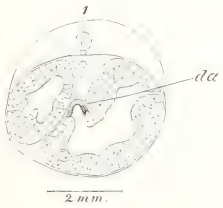
Das Darmfaserblatt (dfb) hat, wie man sieht, den Dotter in dünner Lage umwachsen, woraus aber keineswegs, wie dies schon geschehen ist, das Recht erwächst, den Dotter morphologisch zum Darme zu rechnen, denn das wesentliche am Darm ist doch sicherlich nicht seine bindegewebige Hülle, die er mit manchen anderen Organen theilt, sondern sein Epithel. Gefässe umspinnen den ganzen Dotter reichlich; auf unserem Bilde sind deren viele (gf) angedeutet.

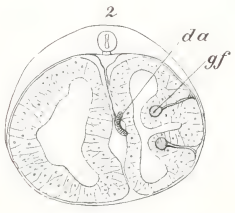
In diesem Zustande befinden sich Dotter und Darm, wenn die Windungen aufzutreten beginnen, und wir glauben, hiermit auch den Nachweis geführt zu haben, dass es wirklich der Dotter und nicht der Darm ist, der die Drehungen ausführt. Die Darmanlage wird vielmehr gezwungen, die Evolutionen passiv mitzumachen, und sie kommt dabei, wie die nebenstehenden Holzschnitte 1 und 2 (da) zeigen, tief zwischen die Dotterwindungen hinein zu liegen. Ebensowenig kann von der dünnen den Dotter umziehenden Bindegewebslage, der jede Musculatur fehlt, die drehende Kraft ausgehen, sondern wir werden zweifellos, wie oben schon gesagt, Wachsthums- und Spannungserscheinungen im Dotter selbst zu Hilfe nehmen müssen, um das Phänomen zu begreifen. Der Dotter windet sich innerhalb der Membrana reuniens inferior (mri), deren glatte Flächen seinen Evolutionen wohl ebensowenig Widerstand entgegensetzen werden wie eine Gelenkkapsel dem Gelenkkopf; eine wesentliche Beschränkung der Windungen wird indessen wohl durch den Ansatz des Mesen-

teriums gegeben sein, ein Punkt, der, wenn man die Drehungen auf mathematischem Wege zu berechnen suchen würde, nicht ausser Acht dürfte gelassen werden.

Während der Embryo seiner Reife entgegengeht, werden die dicken, aus vielen Zellenlagen aufgebauten Wandungen des Dotters dünner und dünner, indem beständig Zellen abknospen, in den centralen Hohlraum fallen und dort aufgelöst werden. Dabei treten krausenartige, in den Dotterhohlraum weit hineinragende Falten auf (Fig. 8, df), in welche auch die den Dotter umziehende Bindegewebsmembran sich fortsetzt. Mit dieser kommen Blutgefässe tief in den fundus der Falten hinein zu liegen (siehe Holzschnitt 2, gf). Wenn ein Schnitt nicht die ganze Falte trifft, können diese Gefässe leicht die Täuschung hervorbringen, als lägen sie frei in der Dottermasse.

Die Darmrinne, welche anfänglich mit dem centralen Dotterlumen nur durch feine Intercellulargänge in Verbindung gestanden hatte, gewinnt allmählig an vereinzelten Stellen grössere Oeffnungen gegen denselben (siehe Holzschnitt 1, da); endlich aber bildet die Darmanlage in ihrer ganzen Ausdehnung einen weiten Bogen (Fig. 8, da) über dem grossen Dotterraum, dessen vielgefaltete Wandung nun in der Regel nur noch aus einer einzigen Lage grosser blasiger, mit Dotterkörnern erfüllter Zellen (dz) besteht. Der in Fig. 8 dargestellte Querschnitt des Dotters — es sind zwei Windungen getroffen worden — entspricht dem Stadium 5 der zwölften Tafel.




Eine Umwachsung des Dotters durch das Darmepithel ist auch jetzt nicht erfolgt, und namentlich erkennt man an den beiden Stellen, wo Vorder- und Hinterdarm auf den Dotter sich fortsetzen, deutlich, wie ihr geschlossenes Lumen zur Rinne wird, die über den Dotter wegzieht, nicht aber etwa ihn umgreift. So zeigt uns Fig. 9 den Uebergang des Hinterdarmes auf den Dotter, und höchst bedeutsam tritt hier der frappante Unterschied zwischen den regelmässigen Cylinderzellen des Darmepithels (da) und den mächtigen, blasigen, von Körnern erfüllten Zellen (dz) des Dotters hervor. Den endlichen Schluss der gesammten Darmrinne zum Rohre konnten wir an unserem Material nicht verfolgen; doch geht er sicherlich in gleicher Weise vor sich, wie dies an den Abgangsstellen von Vorder- und Hinterdarm klar zu erkennen ist.

Wenden wir uns nun zur Deutung dieser Vorgänge, so glauben wir nicht zu irren, wenn wir sagen, dass der Dotter in seiner Ausbildung als eine zusammengesetzte Drüse angesehen werden muss, welche dem Embryo Nahrung zu liefern bestimmt ist, als ein ächt embryonales Organ, das, sobald das Thier sich selbstständig zu erhalten vermag,

ausser Function tritt und schwindet. Wir sahen, dass, während der Embryo heranwächst, der Dotter in Zellen zerfällt, zwischen denen ein grosses centrales Lumen sich ausbildet. In diesen Hohlraum knospen sich Zellen ab und lösen sich darin auf, wie wir an den Resten von Zellhäuten erkennen konnten. Es erinnert aber dieser Process auf's lebhafteste an Secretionsvorgänge in vielen Drüsen.

Das durch Auflösung der in den Hohlraum gerathenen Zellen entstandene Product gelangt zu den Entodermzellen des Embryos, denen wohl die Verdauung obliegen wird, und wir wollen nicht vergessen, hier auf die wichtige Beobachtung Leydig's (12) hinzuweisen, nach welcher der Dottergang von Haifischembryonen, also der Ausführgang unserer Dotterdrüse, wimpert und auf diese Weise die Nährmasse in den Darm befördert.

Die reichliche Vascularisation scheint uns zunächst für das Athembedürfniss des sich theilenden, also lebenden Dotters bestimmt zu sein, obschon gewiss auch durch die Venen aus dem Dotter Nährstoffe dem Embryo zugeführt werden, zumal zweifellos bei denjenigen Thieren, wo der Dottersack sich nach einiger Zeit vom Darme ablöst und seine schliessliche Resorption gänzlich den Gefässen anheimfällt.

Endlich sei noch erwähnt, dass schon die Eizelle selbst mit einer Drüsenzelle verglichen werden kann, wie wir dies bereits bei der Bearbeitung der Hautdrüsen von Ichthyophis (dieser Band, Heft 2) ausgeführt haben: Sie nimmt von aussen Nahrung auf und lagert sie in Form von Dotterkörnern in ihren Protoplasmamaschen ab. Der Vergleich des Eies mit einer Drüsenzelle, z. B. mit dem Element einer Talgdrüse, scheint uns richtiger zu sein als der öfters gewählte mit einer Fettzelle, weil bei dieser alles Protoplasma an die Peripherie verdrängt ist, während wir doch in den Eizellen — vielleicht mit Ausnahme einiger Teleosteereier — ein Netzwerk von Protoplasmafäden haben, in dessen Maschen das Secret liegt. Auf den palingenetischen Werth der Drüsennatur des Dotters werden wir im nächsten Abschnitte zu reden kommen.

Nun noch einige literarische Bemerkungen, die sich zunächst auf den Erdsalamander, dessen Ei dem von Ichthyophis so nahe steht, beziehen sollen. Von diesem Thiere hatte Funk (8) angegeben, es komme der Dotter in's Innere des Darmes, der dadurch gelb gefärbt werde, zu liegen und löse sich dort auf, während Carus (3) den ganzen Dottersack in ein mehrmals gewundenes Stück Darm sich verwandeln liess und somit als Vorläufer Rusconi's (15) betrachtet werden kann, welcher in seiner schönen Naturgeschichte des Salamanders berichtete, es werde das Abdomen der Embryonen von einer gelblichen Masse gebildet, die sich direct zum Darmcanal umwandle. Es trete nämlich eine grosse Höhlung darin auf, in welche später Vorder- und Hinterdarm einmünden, und es vollführe dann die gelbliche körnige Masse eine Anzahl von Evolutionen. Rusconi hat dieselben in einer Reihe von Bildern wiederzugeben versucht, aus welchen auf's klarste erhellt, dass er die Höhlung unserer Dotterdrüse für das Lumen des Darmes gehalten hat, indem er wahrscheinlich gerade durch die auffallenden Windungen irre geführt wurde.

Auch Benecke (2) sagt, zu einer gewissen Zeit bestehe der Mitteldarm noch aus einem zwar gewundenen, aber nur von Dotterelementen ausgekleideten Canal mit dünner Bindegewebswand und unregelmässigem Lumen; auch er rechnet also offenbar die Dotterdrüse zum Darm, während sie nach unserer Ansicht davon zu trennen ist. Solche Embryonen liessen sich nach Benecke trotz ihres mangelhaften Darmcanals am Leben erhalten, nahmen Nahrung zu sich, und im Kothe fand man dann reichliche Mengen von Dotter, welche offenbar aus der gegen den Darm noch offenen Dotterdrüse stammten.

Bei den Fröschen und Kröten lassen einige ältere Autoren, z. B. Huschke (11), den ganzen Dotter in den Darmcanal sich umwandeln, während im Allgemeinen angenommen wird, es wachse das Darmepithel über den Dotter weg und dieser werde dann im Inneren des Darmes liegend resorbiert.

Nach C. E. v. Baer (1) gewinnt der Verdauungsapparat die Gestalt eines Darmcanals, ohne dass eine Abschnürung von Darm und Dottersack stattfinde; die erweiterte Mitte, welche den Vorrath von unaufgelöstem Dotter bewahre, vertrete zwar in einiger Hinsicht die Stelle des Dottersackes, verdiene aber diesen Namen nicht ganz, da sich nie ein Darmnabel bilde.

Von Alytes sagt Vogt (19), der Dotter liege in der Darmhöhle wie eine zu verdauende Substanz und Götte (9) von Bombinator, das Darmblatt überwachse den Nahrungsdotter, welcher so in den Mitteldarm aufgenommen werde; hier löse sich die Masse auf, und die dadurch entstehenden Lücken dienten zur Vergrösserung des Darmraumes. Götte hat bei der Unke offenbar ähnliche Bilder wie wir bei Ichthyophis gesehen; denn er beschreibt, wie die Dotterzellen durch Intercellularräume von einander getrennt werden und unregelmässig vorspringende Zellenhaufen bilden; nur kennen wir bei unserem Thiere keine Umwachsung der Dotterdrüse durch den Darmcanal und glauben, dass auch bei den anderen Gruppen das letzte Wort über das Verhältniss von Darm und Dotter noch nicht gesprochen sei.

Wir haben in der Dotterdrüse von Ichthyophis krausenartige Vorsprünge, in denen Gefässe verlaufen, beschrieben und möchten nur noch bemerken, dass man solche Lappenbildungen aus dem Dottersack der Sauropsiden schon lange kennt. Beim Hühnchen beschrieb sie schon Haller, später C. E. v. Baer (1), dann Courty (6), H. Virchow (18), Duval (7), Charbonnel-Salle et Phisalix (4) etc.

Von der Natter lieferte Rathke (13) eine sehr genaue Schilderung der Dotterfalten, die sich dort vielfach verzweigen und die Form von Manschetten annehmen, und endlich sei noch die Arbeit Strahl's (17) über die Eidechse erwähnt, in welcher Lappen aus dem Dottersack und Durchschnitte durch den Dotter reifer Embryonen abgebildet werden, die den unsrigen ausserordentlich gleichen, so dass sich offenbar der Reptiliendotter sehr ähnlich wie der von Ichthyophis verhält.

Eigenthümlich ist zu bemerken, dass die Zellen des Dotters, welche bei den Sauropsiden diese Krausen bilden und deren Schilderung mit den von uns an der Blindwühle gewonnenen Erfahrungen auf's engste übereinstimmt, fast immer als epithelartige Ausbreitung

des Entoderms über den Dotter betrachtet werden, während sie doch bei Ichthyophis, wie wir sahen, Theilungsproducte des Dotters selber sind. Dass aber die Ansicht, als gehörten diese Zellen einfach zum Darmblatt, unhaltbar, geht schon aus einzelnen Angaben in der Literatur hervor. So sagt H. Virchow, dass Darmdrüsenblatt und Dottersackepithel bei Flächenansichten einen „plötzlichen, nur durch eine Zellenreihe vermittelten Uebergang" zeigen, und Duval giebt an, die Ausbreitung des Entoderms über den Dotter geschehe auf Kosten von Zellen, die sich um die Kerne im Dotter bilden, und das Entoderm verbinde sich erst secundär mit der Kerne enthaltenden Dotterlage. Damit fällt nun freilich auch das Recht weg, diese Zellen bei Reptil und Vogel zum Darmblatt zu rechnen, und wir haben, scheint uns, völlige Uebereinstimmung unserer Befunde mit den an Sauropsiden erzielten Resultaten erreicht. Hier wie dort wird aus dem Dotter eine zusammengesetzte Drüse, die entweder durch einen Dottergang oder wie bei Ichthyophis durch eine weit klaffende Darmnabelrinne dem Embryo Nahrung zuführt, bis früher oder später diese Verbindung mit dem Darme sich löst und Gefässe die Resorption des Restes besorgen.

# Literaturverzeichniss.

Zu Abschnitt 1.


1. **Baer, C. E. v.,** Ueber Entwicklungsgeschichte der Thiere, erster Theil, Königsberg, 1828, zweiter Theil, 1857.
2. **Benecke, B.,** Ueber die Entwicklung des Erdsalamanders (Salamandra maculosa Laur.), Zool. Anz., 3, 1880.
3. **Carus, C. G.,** Lehrbuch der vergleichenden Zootomie, zweiter Theil, Leipzig, 1834.
4. **Charbonnel-Salle & Phisalix,** De l'évolution post-embryonnaire du sac vitellin chez les oiseaux, Compt. Rend. de l'Acad. des sc., Paris, 102, 1886.
5. **Cope, E. D.,** On the structure and affinities of the Amphiumidae, Proc. Amer. Phil. Soc., 23.
6. **Courty, A.,** Mémoire sur la structure et sur les fonctions des appendices vitellins de la vésicule ombilicale du poulet, Ann. des Scienc. Nat., (3), 9, 1848, Zool.
7. **Duval, M.,** Etudes histologiques et morphologiques sur les annexes des embryons d'oiseau, Journ. de l'Anat. et de la Physiol., Paris, 20, 1884.
8. **Funk, A. F.,** De Salamandrae terrestris vita, evolutione, formatione tractatus, Berolini, 1827.
9. **Götte, A.,** Die Entwicklungsgeschichte der Unke (Bombinator igneus), Leipzig, 1875.
10. **Hay, O. P.,** Observations on Amphiuma and its young, Amer. Naturalist, 1888.
11. **Huschke, E.,** Ueber die Umbildung des Darmcanals und der Kiemen der Froschquappen, Isis von Oken, 1826.
12. **Leydig, F.,** Beiträge zur mikroskopischen Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Rochen und Haie, Leipzig, 1852.
13. **Rathke, H.,** Entwicklungsgeschichte der Natter (Coluber Natrix), Königsberg, 1839.
14. **Roux, W.,** Beiträge zur Entwicklungsmechanik des Embryo, Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. u. f. klin. Med. v. R. Virchow, 114, 1888.
15. **Rusconi, M.,** Histoire naturelle, développement et métamorphose de la Salamandre terrestre, Pavie, 1854.
16. **Ryder, J. A.,** Mr. O. P. Hay's observations on the breeding-habits of Amphiuma, Amer. Naturalist, 1888.
17. **Strahl, H.,** Die Dottersackswand und der Parablast der Eidechse, Zeitschr. f. wiss. Zool., 45, 1887.
18. **Virchow, H.,** Ueber das Epithel des Dottersackes im Hühnerei, Dissert., Berlin, 1875.
19. **Vogt, C.,** Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der Geburtshelferkröte (Alytes obstetricans), Solothurn, 1842.

ÜBER

# DIE HOMOLOGIE DER KEIMBLÄTTER IM THIERREICHE

## auf Grund des Satzes,

dass die beiden Keimschichten der Gastrula nicht dem Ektoderm und Entoderm, sondern dem Blastoderm und Dotter der Vertebraten entsprechen.

Hierzu eine Anhangstafel am Schlusse des Abschnittes.

Im vorigen Abschnitte haben wir gezeigt, dass dasjenige, was man gemeinhin den Dotter nennt, keineswegs eine todte Nährsubstanz sei, welche, um einen Ausdruck Häckel's zu gebrauchen, sich zum Embryo verhalte, wie die aufgenommene Nahrung zum Magen, der sie umschliesst; sondern wir fanden den Dotter, um welchen der Embryo sich herumkrümmt, als ein Gewebe vor, zusammengesetzt aus einzelnen Zellen, und das ganze Gebilde erweckte zur Zeit seines definitiven Zustandes den Eindruck einer zusammengesetzten Drüse, welche dem Darmcanal anhing und durch den langgespaltenen Darmnabel ihr Secret in den Nahrungsschlauch ergoss.

So finden wir den Embryo von Ichthyophis mit zwei von aussen sichtbaren Organen bedacht, welche ihm, im Gegensatze zum erwachsenen Thiere, ein ganz eigenartiges Ansehen geben, den äussern Kiemen und der Dotterdrüse. Von beiden weist das erwachsene Thier, ja schon die Larve, keine Spur mehr auf.

Schon der Begründer des biogenetischen Gesetzes, Fritz Müller, betonte, dass in der Entwicklungsgeschichte des Individuums zwei verschiedene Momente auseinanderzuhalten seien, und Häckel, welcher sich der Müller'schen Ausführungen gleich auf's lebhafteste annahm, benannte dieselben als palingenetische und cenogenetische, mit letzterem Worte den Ausdruck Müller's wiedergebend, dass, was in der Entwicklungsgeschichte des Individuums nicht als Wiederholung seiner Vorfahrenstadien sich ausweise, als Fälschung der geschichtlichen Urkunde zu betrachten sei. Fritz Müller's Worte sind (39, pag. 77): „Die in der Entwicklungsgeschichte erhaltene geschichtliche Urkunde wird allmählig verwischt, indem die Entwicklung einen immer geraderen Weg vom Ei zum fertigen Thiere einschlägt, und sie wird häufig gefälscht durch den Kampf um's Dasein, den die freilebenden Larven zu bestehen haben."

Dieser Begriff der „Fälschung“ mundete nicht recht, und so sah sich Häckel veranlasst, ihn durch den Ausdruck „cenogenetische Störung“ zu ersetzen (17, pag. 251), und nicht anders dachte schon fünf Jahre vorher Balfour, wenn er die Worte aussprach (3, pag. 3): „Das (biogenetische) Gesetz ist gleich allen andern Gesetzen der Ausdruck für ein Verhältniss, das eintreten würde ohne störende Nebenumstände. Die Entwicklungsgeschichte, wie sie thatsächlich vorkömmt, ist die Resultante aus einer Reihe von Einflüssen, unter denen die Vererbung nur einen einzigen darstellt.“

Neuerdings trat Gegenbaur für die wichtige Sache ein (12, pag. 493) und gab durch eine leise, wahrscheinlich übrigens schon von Andern vorgenommene, Veränderung des Wortes Cenogenese in Caenogenese (von *καινός*, neu) dem Begriffe eine etwas andere, objectivere Grundlage. Im ganzen aber erwiesen sich die beiden durch Häckel als Palingenese und Caenogenese in Worte gefassten und auch sonst noch vielfach weiter ausgeführten und geklärten Müller'schen Sätze bei Beurtheilung der ontogenetischen Durchgangsformen als sehr praktisch, und wir wüssten nicht, warum wir diese Begriffe und Ausdrücke zu acceptieren uns weigern sollten.

Die Caenogenese unterwarf Häckel dann noch einer weiteren Analyse, indem er die Begriffe der Heterochronie und Heterotopie aufstellte.

Schon im ersten Abschnitte dieses Bandes (siehe Seite 24 ff.) haben wir die caenogenetischen Erscheinungen an den Athmungsorganen der Amphibien zusammengestellt und erfahren, dass dieselben von sehr verschiedenem Charakter sind. Die specifisch embryonalen Respirationsorgane, wie sie dort besprochen wurden, sind alles caenogenetische Bildungen, wenn sie auch oft ungeheuerlich verbildete, also caenogenetisch veränderte, palingenetische Organe vorstellen. Hand in Hand mit den äusseren Kiemen entwickelt sich bei den Ichthyophisembryonen die Dotterdrüse; wie jene das Athmungsorgan der Embryonen sind, so functioniert diese als das Nährorgan derselben; der Darm des Embryos nimmt das Secret der Drüse auf, wie der Mund des Säuglings die Milch der Mutter; die Dotterzellen lösen sich los wie die Fettzellen der Brustdrüse, die Dotterkörner verflüssigen sich, und das Secret wird zur Milch des Embryos.

Endlich sorgt die Vorniere für die Excretion und entsteht und vergeht vielleicht im Verein mit Kieme und Dotter (cf. Selenka, 51, und dieses Werk, Bd. I, pag. 50), was jedoch noch weiter zu untersuchen bleibt.

Die bedeutende Grösse der Kiemen des Ichthyophisembryos ist gewiss mitbedingt durch die starke Zellenbildung und Secretionsthätigkeit in der grossen Dotterdrüse. Wäre diese letztere nicht vorhanden, so würde der Embryo wahrscheinlich mit kleineren Kiemen auskommen, da seine Haut ihm auch als Athmungsorgan in der Flüssigkeit dient, welche ihn umgiebt (vergl. pag. 57 ff. dieses Bandes); aber die äusserst rege Zellenthätigkeit in der Dotterdrüse, die sich, wie wir im vorigen Abschnitte gesehen haben, auch durch auffallendes Längenwachsthum und durch Schleifenbildungen des gesammten Dotterkörpers ausspricht.

verlangt reiche Sauerstoffzufuhr, und darum denken wir uns, dass die Grösse der Kiemen beim Ichthyophisembryo in bestimmtem Verhältnisse stehe zur Mächtigkeit seines Dotters.

Die Worte des Autors selbst als eine Aufforderung betrachtend, besprechen wir hier kurz den folgenden Satz Häckel's (13, pag. 6): „Die Phylogenesis ist die mechanische Ursache der Ontogenesis. Von der Wahrheit dieses Grundsatzes hängt in erster Linie die der Gastraeatheorie ab. Für oder wider diesen Satz wird in Zukunft jeder Naturforscher sich entscheiden müssen. Entweder existiert ein directer und causaler Zusammenhang zwischen Ontogenie und Phylogenie oder er existiert nicht."

Was uns betrifft, so sind wir sicherlich der Ansicht, dass ein causaler Zusammenhang zwischen der Entwicklung des Stammes und derjenigen des Individuums bestehe; es ist dies eben die so höchst merkwürdige Erscheinung, welche wir jetzt mit Häckel als biogenetisches Gesetz bezeichnen, und welche schon den Naturforschern zu Anfang unseres Jahrhunderts so viel zu denken gegeben hat. Wir sind jedoch nicht der Ansicht, dass durch den Satz: „Die Phylogenesis ist die mechanische Ursache der Ontogenesis" auch nur das leiseste gewonnen sei für eine Beantwortung der Frage: Warum besteht zwischen Phylogenesis und Ontogenesis ein causaler Zusammenhang? Mit anderen Worten, wir wissen eigentlich nicht recht, was Häckel mit jenem Satze sagen, respective erklären wollte und können uns daher bis jetzt nicht entschliessen, demselben unbedenklich beizupflichten. Was wird hier unter dem Worte „mechanisch" verstanden? Treten wir durch die blosse Anwendung dieses Ausdruckes der Erklärung des Phänomens näher?

Noch eine Bemerkung zur Klarstellung unseres Standpunktes. Eine regelmässig wiederkehrende Erscheinung, wie die biogenetische, nennen wir ohne zögern ein Gesetz, im Sinne von: ein gesetztes, gegebenes, und zwar so lange, bis wir Einsicht bekommen haben in die Selbstverständlichkeit derselben. Ist diese gewonnen, so möchten wir das so erkannte ein Axiom heissen. So nennt man den Satz: Die Gerade ist der kürzeste Weg zwischen zwei Punkten ein Axiom als selbstverständlich schlechthin, da wir es uns nicht erklären könnten, wenn die Gerade nicht der kürzeste Weg zwischen zwei Punkten wäre. Die Erfahrung jedoch, dass in der Entwicklungsgeschichte eines Individuums die Vorfahrenkette desselben in die Erscheinung tritt, nennen wir ein Gesetz, weil sie uns bis heute nicht als selbstverständlich vorkommen will, weil wir uns ebenso zufrieden geben würden, wenn die Entwicklungsgeschichte des Thieres ohne jene Heraufbeschwörung der grauen Vorfahrengespenster geschähe. Wir dürfen dies behaupten; sonst würde nicht die Entdeckung der embryonalen Kiemenspalten an den Embryonen der Sauropsiden und Säuger durch Rathke vor Zeiten so grosses Erstaunen hervorgerufen haben (s. v. Baer 2, I, pag. 202); man würde nicht sich heutzutage freudig verwundern, von Kleinenberg zu vernehmen, dass die Larve der polychaeten Anneliden eine craspedote Meduse mit Umbrella und Ringnerv sei (28, pagg. 175 und 176 u. a. St.).

Indem wir den Ausdruck biogenetisches Gesetz acceptieren, verhehlen wir uns jedoch nicht, dass sehr bedeutende Forscher den Begriff des Naturgesetzes viel schärfer

formulieren als wir, und sich noch nicht entschliessen können, die biogenetische Erscheinung als ein Gesetz anzuerkennen. So sagt His (23, pag. 166): „Sprechen wir einen bestimmten Satz als „Gesetz“ an, dann muss derselbe in allen Stücken beweisbar sein, und er muss uns die Möglichkeit geben, in jedem, von ihm umfassten besonderen Falle die eintretende Erscheinung, oder den eintretenden Vorgang mit Sicherheit vorauszusagen.“

Das biogenetische Gesetz wird gewiss einmal auch solchen Anforderungen Genüge leisten.

Wir kehren zu unserem speciellen Gebiete zurück.

Ist einerseits die starke Ausbildung der äussern Kiemen an unseren Embryonen als caenogenetische Erscheinung aufzufassen, die äussern Kiemen als solche dagegen ebenso sicher als von den Vorfahren, den Perennibranchiaten, ererbte palingenetische Organe; ist es ferner zweifellos, dass der Dottersack in der mächtigen Ausbildung, wie wir ihn bei so vielen Wirbelthierembryonen vor uns sehen, als caenogenetischer Erwerb anerkannt werden muss, so taucht nun die Frage auf, ob der Dotter überhaupt als Gewebe lediglich caenogenetischen und nicht vielmehr auch palingenetischen Werth besitze, ob die uns so stark auffallende Dotterdrüse nicht ebenso wohl als ein caenogenetisch in's ungeheure ausgewachsenes, aber als solches dennoch von den Vorfahren ererbtes Organ anzusehen sei, ähnlich wie dies für die äusseren Kiemen unserer Blindwühle sicher steht. Die Erledigung dieser Frage bildet den Inhalt der folgenden Untersuchung, deren Berechtigung man uns im Hinblick auf die Consequenzen, welche sich an den Begriff des Dotters als eines im Grunde palingenetischen Organes anreihen, schwerlich bestreiten wird.

Der Dotter des mittelwüchsigen Embryos von Ichthyophis ist eine Drüse, also ein aus Zellen zusammengesetztes Gewebe. Es ist nun in erster Linie wichtig, zu erfahren, welchem Organe bei anderen Amphibien dieses Gewebe entspricht, und wie es entstanden ist.

Die von uns auf den Tafeln 12 und 13 gegebenen Bilder beweisen, dass die Dotterdrüse von Ichthyophis demjenigen Organe gleich ist, welches bei den Anuren aus den grossen Furchungskugeln sich hervorbildet, und damit gewinnen wir mit einem Male den Satz, welcher eine der Grundlagen unserer Anschauung bildet, nämlich den, dass die Dotterdrüse aus den Makromeren der befruchteten und sich furchenden Eizelle hervorgeht.

Bei allen Metazoen tritt, wie wohl Niemand bezweifelt, in der Art und Weise der Furchung des Eies ein grosser Gegensatz zu Tage, derjenige der Makromeren und Mikromeren, Ausdrücke, welche Huxley speciell für Unio geschaffen hat (26, pag. 483). In der Regel geschieht gleich nach der Befruchtung eine Theilung der gesammten Eizelle in zwei und vier Theilkugeln; diese sind die Makromeren; hernach werden am animalen Pole kleine, protoplasmareiche Zellen als Knospen abgegeben, welche die Mikromeren darstellen. Während sich nun aber zum Beispiel das kleine Froschei zuerst in Makromeren spaltet, tritt dieser Fall nicht ein, wenn die Eizelle mit ihrem Secret, den Dotterkugeln, allzureichlich beladen ist; wir erhalten dann statt einer Theilung eine Furchung, wie sie beim Sauropsidenei Jedem geläufig ist. Die gänzliche Theilung der Eizelle in frei neben

einander liegende Makromeren tritt nicht ein, wenn bei gegebener Protoplasmamenge ein gewisses Maass der Dotterkörnereinlagerung überschritten wird. In letzterem Falle entsteht die Furchung, durch welche aus dem Dotter Stücke herausgeschnitten werden. Dies ist das Phänomen selbst; seine Ursachen zu finden, scheint erreichbar; die Erörterung derselben gehört jedoch nicht hieher.

Das Gewebe, welches aus den Makromeren entsteht und zur Dotterdrüse sich ausbildet, ist als solches eigentlich noch gar nicht in Discussion gezogen worden, ja es hat noch gar keinen Namen; denn das Wort „Dotter" wird ebensowohl auf das Secret der Eizelle allein, als auf diese als ganzes angewandt; und dennoch erfahren wir, dass schon frühe der Gegensatz zwischen Makro- und Mikromeren ein ausserordentlich ausgeprägter ist; geht doch aus den Makromeren, welche vor den Mikromeren sich bilden, die Dotterdrüse, aus den Mikromeren dagegen das Blastoderm, also der eigentliche Embryo, kurzweg das ganze Thier hervor. Wir sehen uns daher veranlasst, das aus den Makromeren hervorgehende Dottergewebe als Lecithoblast zu bezeichnen im Gegensatz zum Blastoderm, welches den Makromeren durch Knospung seine Entstehung verdankt und den Leib des fertigen Thieres aufzubauen bestimmt ist.

Wir finden bei den Wirbelthieren im Aufbaue des Keimes und der aus ihm hervorgehenden Gebilde volle Uebereinstimmung. Aus den Makromeren geht allenthalben der Lecithoblast hervor, aus den Mikromeren das Blastoderm. Dieses umwächst allmählig den Lecithoblasten, oder, genauer ausgedrückt, der Lecithoblast umkleidet sich mit einer Knospenhülle, wobei die Art und Weise der Umhüllung bedingt ist durch die Menge des Dottersecretes, welches die Eizelle dem Ovarium entzogen hatte und mit sich zur Welt brachte. Je mehr davon vorhanden ist, um so später vollendet sich die Umkleidung. Von diesem Processe selbst ist jedoch die Bildung des Embryos aus dem Blastoderm unabhängig; der zum Embryo sich gestaltende Blastodermtheil wartet den Abschluss der Lecithoblastumhüllung nicht ab; der Embryo kann schon weit entwickelt sein, bevor der Lecithoblast vom Blastoderm völlig umwachsen wurde.

Nun stossen wir schon unter den Vertebraten auf ein sehr wichtiges Verhältniss, und zwar bei den Säugethieren. Wir beobachten zwar auch hier die Trennung der Makromeren und Mikromeren; wir sehen auch hier aus den Makromeren einen soliden Körper werden, der von den Mikromeren umschlossen wird; wir begegnen jedoch in diesem Gebiete dem merkwürdigen Umstande, dass das Gebilde, welches aus den Makromeren hervorgeht, von den Autoren nicht Dotter, sondern Entoderm, die Mikromerenschale andererseits nicht Blastoderm, sondern Ektoderm genannt wird. Warum das?

Die Ursache liegt darin, dass bei der Untersuchung und Deutung der Säugethierentwicklung die inductive Vergleichung verlassen wurde und ein deductives Schema die Ideen leitete.

Wenn wir die Entwicklungsarten der Thiere mit einander vergleichen wollen, müssen wir uns vor allem über den Ausgangspunkt der Vergleichung verständigen. Dieser

kann allein in der befruchteten und noch ungetheilten Eizelle liegen. Von diesem Augenblicke an sind die Erscheinungen an den verschiedenen, einander zu vergleichenden, Keimen sich gegenüberzustellen. In dieser Weise vorgehend sehen wir, dass bei den Säugethieren die Makromeren (oder eigentlich genauer, indem wir auf die unten folgenden Bemerkungen verweisen, die Makromere) ein Gewebe bilden, welches von den Mikromeren umschlossen wird, ganz so wie bei den Ichthyopsiden und Sauropsiden, und haben wir dort die beiden so entstandenen Organe Lecithoblast und Blastoderm genannt, so sind wir gezwungen, dies auch hier bei den Säugethieren zu thun. Mit andern Worten: das sogenannte Entoderm (Hypoblast) des Säugethierkeimes ist in Wirklichkeit der Lecithoblast, das sogenannte Ektoderm ist das Blastoderm.

Bei den äusserst dotterarmen Säugethierkeimen haben wir die specielle Erscheinung, dass die Eizelle zunächst nicht in einzelne Makromeren zerfällt, sondern in zwei Theile sich spaltet, deren einer die Urzelle des Lecithoblasts, der andere die des Blastoderms ist (E. van Beneden, 4). Die letztere ist hier ausnahmsweise etwas grösser als die erstere, hat aber die Eigenschaft einer Mikromere; denn sie ist durchsichtiger, als die etwas kleinere, in einigen Fällen gleich grosse, körnige Makromere, und ihre Theilzellen umkleiden die letztere. An dem Schritt für Schritt verfolgbaren Schicksal der beiden Zellen erkennt man ihren morphologischen und physiologischen Werth; und sehen wir auf der einen Seite die Makromeren zu ganz ungeheuren Dimensionen anschwellen, wie im Plagiostomen- und Sauropsidenei, so ist nicht einzusehen, warum nicht auch einmal andererseits in Folge äussersten Mangels an Dottersecret der Fall eintreten sollte, dass die Makromere kleiner ist als die Mikromere, welche mit ihren Theilzellen die erstere umschliesst.

Die Urzelle des Blastoderms löst sich beim Säugethierkeime von Anfang an von derjenigen des Lecithoblasten los, eine Erscheinung, wie sie im ganzen Thierreiche sich zuweilen wiederfindet und zwar in der Form, dass die Mikromeren als Grosszellen sich vom Lecithoblasten lösen, um secundär in Theilstücke zu zerfallen. Als gewöhnlichere Erscheinung besteht daneben die Knospung von schon zu Anfang kleinen Mikromeren aus dem Lecithoblasten.

Die Armuth des Säugethiereies an Dottersecret ist, wie mit Häckel (15, pag. 86) wohl allgemein angenommen wird, eine secundäre Erscheinung; für unsere Betrachtung aber, wie nun auseinandergesetzt, in jedem Falle irrelevant.

Wir finden also unter den Vertebraten Uebereinstimmung: ein aus der oder den Makromeren sich hervorbildender Lecithoblast wird von einem ein- oder mehrschichtigen Blastoderm umschlossen.

Ganz zu Anfang haben wir auch beim Meroblastier ein einschichtiges Blastoderm, wie beim Säugethier; aber, da dasselbe sich zum Embryo weiter ausbildet, eventuell lange, bevor der Lecithoblast völlig umwachsen ist, so ist es bereits ein complicirtes, mehrschichtiges Gebilde geworden, während am vegetativen Keimpol (Dotterpol) der Lecithoblast noch nackt zu Tage tritt.

Es liegt sehr nahe, schon an dieser Stelle auf weitere theoretische Auseinandersetzungen uns einzulassen; zuvörderst aber möchten wir den Leser bitten, einen kurzen Gang mit uns durch das Reich der Wirbellosen anzutreten, da ohne gewisse wichtige Gesichtspunkte, welche wir aus diesem gewinnen werden, eine Darstellung unserer gesammten Anschauung unthunlich ist.

Wir beginnen mit den Poriferen, einem für uns doppelt wichtigen Gebiete; einmal, weil sie fast die unterste Stelle der Metazoen einnehmen, und dann, weil die Entwicklungsgeschichte derselben durch die vortrefflichen Untersuchungen F. E. Schulze's besonders eingehend bekannt geworden ist.

Bei Sycandra raphanus zerfällt die Eizelle nach der Befruchtung in acht keilförmige Zellen, die zu einer Platte zusammenschliessen. Dann findet eine Ruhepause statt. Hierauf wird jede dieser Zellen in eine grössere basale und eine kleinere apicale zerfällt, so dass wir zwei Zellenringe bekommen, einen basalen, aus grossen Zellen, und einen apicalen, aus kleinen Zellen bestehenden Kreis. Aus dieser Beschreibung erhellt, dass die ersten Theilstücke der Eizelle, welche sich in gleicher Grösse bis zu acht vermehrt haben, noch bevor sie kleinere Theilstücke abgaben, die Makromeren sind; durch Knospung entsteht ein Kreis von acht Mikromeren.

Vergleichen wir diese Verhältnisse mit den Wirbelthieren, so haben wir hier wiederum nichts anderes als einen aus den Makromeren hervorgegangenen Lecithoblasten am vegetativen Pole des Keimes und ein Blastoderm am animalen Pole.

Es empfiehlt sich, schon jetzt das weitere Schicksal dieser beiden Urgewebe des Thieres zu verfolgen.

Die beiden aus Makromeren und Mikromeren gebildeten Zellenringe wölben sich jetzt unten und oben etwas über, so dass eine Höhlung umschlossen wird, die sogenannte Furchungshöhle; der Keim repräsentiert jetzt die Blastula (Häckel). Die Elemente, welche dieselbe zusammensetzen, sind zunächst nur in der Form verschieden, indem jene der vegetativen Hälfte etwas grösser sind; von jetzt ab jedoch werden die grossen Zellen dunkelkörnig (der Keim entwickelt sich im Körper des Mutterthieres), während die kleineren Zellen viel heller bleiben.

Mit andern Worten: die Blastula besteht aus zweierlei Geweben: Ihre vegetative Hälfte wird vom Lecithoblasten gebildet, ihre animale Halbkugel vom Blastoderm. So werden wir dieselben hinfort bezeichnen.

Die Lecithoblastzellen vermehren sich nunmehr weiter, so dass sie stark sich vorzuwölben anfangen, indessen die Blastodermzellen mit Flimmern sich versehen; der Keim befreit sich nun vom Mutterthiere und schwimmt hinfort frei als Larve im Meere. (Siehe Anhangstafel Fig. 1.)

Nun fängt der Lecithoblast an, sich abzuflachen und in das gewölbte Blastoderm sich einzustülpen, indem der centrale Saftraum oder die Furchungshöhle verdrängt wird.

Diese Larvenform bezeichnete Schulze im Jahre 1875 als Gastrula, indem er sagte: „Somit ist eine Larvenform erreicht, in der man die Gastrula nicht wird verkennen können“ (45, pag. 274), und glaubte damit den Entwicklungsgang von Sycandra für im wesentlichen abgeschlossen halten zu dürfen.

Drei Jahre später (46) nahm er die Untersuchung von neuem auf und erklärte, dass die 1875 von ihm geschilderte Invagination der vegetativen Zellenhälfte der Blastula in die animale wahrscheinlich rein zufällig und bedeutungslos sei; denn er entdeckte nun des weiteren, dass dieselbe vegetative Schicht (unser Lecithoblast) neuerdings ausgestülpt wird, und dass gegentheils die Flimmerzellenkappe (unser Blastoderm) sich abflacht und invaginiert wird. Nun nannte Schulze diese letztere Keimform eine typische Gastrula, welche einen aus Geisselzellen, unserem Blastoderm, bestehenden Gastralraum und eine aus den Körnerzellen, unserem Lecithoblasten, aufgebaute Hülle hat. Die Oeffnung der Geisselzellengrube schliesst sich jetzt, und die Larve setzt sich fest. Der so gebildete kopfförmige Körper enthält im innern eine flimmernde Gastralhöhle. Zwischen der äussern und innern Zellschicht entstehen die Skelettheile, die äussern Zellen werden hell und flach, und es bildet sich das Osculum, indem die innere Höhle nach aussen durchbricht.

Wir erfahren aus dem mitgetheilten, dass die Flimmerzellenlage, unser Blastoderm, zur Gastralhöhle der Porifere, also zum Entoderm, die Körnerzellenschicht dagegen, unser Lecithoblast, zu einer äusseren Hülle wird, welche sich dahin verändert, dass schliesslich an ihrer Stelle zwei Schichten, ein äusseres Plattenepithel und eine zwischen diesem und dem Entoderm gelegene, die Nadeln einschliessende, Gallertschichte liegen. Die Umwandlung der einfachen Zellenlage in diese Doppelschicht wurde nicht im einzelnen verfolgt.

Schulze nennt jetzt die erste Larvenform mit invaginierter Körnerzellenschicht, welche er früher als Gastrula bezeichnet hatte, Pseudogastrula und betrachtet die darauf folgende mit invaginierter Geisselzellenlage als die typische Gastrula.

Vergebens sehen wir uns aber nach den Gründen um, welche Schulze zu einer Aenderung seiner ursprünglichen Bezeichnung bewogen haben, und diese musste doch um so auffallender erscheinen, als Häckel sich völlig mit der ersten Gastrula einverstanden erklärt hatte (14, pag. 499), und als Schulze selber der Umstand sehr auffallend vorkam, dass bei seiner neuen typischen Gastrula das eingestülpte innere Blatt aus hellen, cylindrischen Geisselzellen, das äussere aber aus breiten, dunkelkörnigen und geisellosen Elementen bestehe, während doch sonst das Verhältniss ein umgekehrtes sei.

Dies musste in der That sehr befremden; characterisiert doch Häckel (13, pag. 18) die typische Gastrula, indem er von ihrer morphologischen Identität bei den verschiedenen Thierstämmen spricht, folgendermaassen: „Ueberall sind die Zellen des inneren Blattes oder Entoderms durch indifferentere Beschaffenheit ausgezeichnet: ihre Form ist kuglig oder irregulär-polyedrisch, ihr Protoplasma ist trübe, körnig, locker, fettreich und färbt sich durch Carmin rasch und intensiv; ihr Nucleus ist gewöhnlich kuglig; meistens flimmern

sie nicht. Hingegen sind die Zellen des äussern Keimblattes oder Exoderms weiter differenziert, ihre Form ist meistens cylindrisch oder conisch; ihr Protoplasma ist hell, klar, dicht, fettarm und färbt sich durch Carmin langsam und weniger intensiv; ihr Nucleus ist gewöhnlich länglich; meistens flimmern die Exodermzellen."

Diese Beschreibung einer typischen Gastrula ist ganz vortrefflich und gilt, vielleicht bis auf die Nebensächlichkeit der Carminfärbung, noch heutzutage in vollem Umfange und nicht weniger die Worte, welche Häckel beifügt: „Offenbar sind die Exodermzellen durch Anpassung an die umgebende Aussenwelt stärker modificiert als die innen gelegenen Entodermzellen, welche den ursprünglichen Character der Morulazellen getreuer bewahrt haben. Auch verläuft die ontogenetische Bildung und Vermehrung bei den Exodermzellen rascher als bei den Entodermzellen."

Schulze sagt von Sycandra raphanus, dass die frühere Einziehung der Körnerschichte sich ausgleiche, ohne einen nachweisbaren Fortschritt in der Entwicklung bedingt zu haben, und desshalb will er diese Invaginationsform nicht mehr als Gastrula anerkennen. Damit aber scheint uns, wäre aus der Function eines Organs, aus seiner definitiven Bestimmung auf seinen morphologischen Werth geschlossen, was nicht zulässig ist, da eine objective Vergleichung bei der Eizelle zu beginnen hat und von hier aus Schritt vor Schritt rigoros durchgeführt werden muss. Wir müssen uns desshalb dahin aussprechen, dass Schulze's erste Gastrula (seine Pseudogastrula) die richtige ist und die zweite Einstülpung nicht mehr als Gastrula bezeichnet werden darf; denn, wo wir auch eine wirkliche Gastrula vor uns haben, da wird stets das aus den Makromeren hervorgehende Gewebe in das aus den Mikromeren gebildete eingeschlagen. Beweise für diesen Satz werden im Laufe unserer Untersuchung mehrere folgen.

Schulze hat sich irre machen lassen durch die Erscheinung, dass die körnige Zellenhalbkugel der Blastula, unser Lecithoblast, einmal oder gar mehreremal ein- und ausgestülpt wird, um endlich doch nicht von der Blastodermkappe bezwungen zu werden.

Uns scheint dieser Vorgang gerade besonders interessant desshalb, weil man hier gewissermaassen den Versuch des Keimes vor Augen hat, den Lecithoblasten mittelst des Blastoderms, anstatt epibolisch zu umwachsen, embolisch in sich einzuschliessen, was jedoch endlich dennoch nicht gelingt. Der Lecithoblast bleibt schliesslich aussen, und wenn wir eine auf Analogien gestützte Vermuthung wagen dürfen, umkleidet er sich secundär mit der definitiven äussern Plattenzellenlage des Schwammes, während er selbst sich in Gallerte umwandelt. Die nun folgende Einstülpung der Blastodermzellen aber ist der Gastrula nicht zu homologisieren; sondern sie stellt die Anlage der Gastralhöhle dar, eine Art der Bildung, wie wir sie theils deutlich, theils in schwer erkennbarer Form, theils als Einstülpung, theils als Einwucherung des Blastoderms durch das ganze Thierreich werden verfolgen können. Wir sehen uns schon jetzt veranlasst, dieses Stadium der Darmeinstülpung mit einem Namen zu versehen und bezeichnen es, späteren Auseinandersetzungen vorgreifend, als Monenterula.

Bei Sycandra raphanus bildet sich also nur vorübergehend eine Gastrula aus dem zweischichtigen Keime, indem der Lecithoblast sich in das Blastoderm einschlägt, dann aber doch wieder sich ausstülpt und endlich epibolisch mit Blastodermelementen völlig sich umkleidet.

Aehnlich ist es bei Chalinula fertilis, von der C. Keller (27, pag. 335) berichtet: „Die Furchung von Chalinula fertilis erfolgt auf dem Wege der Epibolie; sie ist in gewissem Sinne der Furchung der Amphibien vergleichbar, nur dass dort eine Furchungshöhle existiert, hier dagegen nicht. Im wesentlichen schliesst sie sich eng an die merkwürdigen Vorgänge an, welche kürzlich durch E. van Beneden als Gastrulation der Säugethiere und als Furchungsvorgänge an den nematogenen Keimen von Dicyema entdeckt wurden."

Wie wir zu vermuthen Grund haben, umkleidet sich die ganze Larve epibolisch mit Flimmerzellen, während die umwachsene Körnerzellenpartie (unser Lecithoblast) sich zu Gallerte auflöst.

Nach C. Heider (21, pag. 183) enthält der Hohlraum der Schwärmlarven von Oscarella lobularis zellenfreies Eiweiss. Nun stülpt der eine Pol sich ein, was zur Bildung der Gastralhöhle führt. Diese Schwärmlarve mit invaginiertem Pole darf aber nach unserer Auffassung nicht mit Heider als Gastrula bezeichnet werden; sie repräsentiert vielmehr unsere Monenterula.

Kleinenberg sagt an einer Stelle seiner geistreichen, aber gegen andere Forscher nicht durchweg gerechten Schrift (28, pag. 2): „Häckel's Gastraea erwies sich als stark infectiv; sie hat sich als Neuraea, Nephridaea u. s. w. ausgebreitet und weiterhin all die Urthiere, Trochosphaera, Trochophora, das Urinsect und was weiss ich sonst noch verschuldet." Wir begreifen den Unmuth des Lesers, wenn stets neue Benennungen zu Tage gefördert werden; aber es giebt eben Fälle, wo das schlechterdings nicht zu vermeiden ist, und so wagen wir nach dieser Oratio pro domo noch mit folgenden Begriffen und Worten hervorzutreten, indem wir zugleich die schon angewandten wiederholen: Wir nennen das aus den Makromeren hervorgehende Gewebe Lecithoblast, das aus den Mikromeren gebildete Blastoderm. Die Theilung des Eies in Makromeren geht in der Regel (nicht immer) der Knospung von Mikromeren voraus. Solange der Keim nur aus Makromeren besteht, also bis zur Knospung der ersten Blastodermzelle, nennen wir ihn mit dem Häckel'schen Worte Morula. Von diesem Punkte aus beginnt die Scheidung in Lecithoblast und Blastoderm. Die Umwachsung des Lecithoblasts oder der Morula durch das Blastoderm, welche stets stattfindet, geschieht auf zweierlei Weise: Entweder durch Embolie (Selenka, 49, pag. 215), und wir bekommen die Gastrula Häckel's, oder durch Epibolie (Selenka, ibid.), und wir nennen sie Epibletula; denn es ist dringend zu empfehlen, das Wort „Gastrula" mit dem Begriffe „Darmthierchen" zu verbinden, da auf den Besitz einer Verdauungshöhle vom Schöpfer der Gastraeatheorie für dieses Wesen so sehr grosses Gewicht gelegt worden ist und es nothwendig zu Verwirrung führen muss, wenn wir Larvenformen, welche keine Spur einer Gastralhöhle besitzen, mit dem Namen „Gastrula" bezeichnen.

Zum Beispiel: Der Keim von Sycandra raphanus ist vorübergehend eine Gastrula, wird aber von neuem eine Epibletula; derjenige von Chalinula fertilis ist im Ueberwachsungsstadium von Anfang an eine Epibletula.

Solange der Lecithoblast nicht zur Gastrula sich eingestülpt hat, oder die Epibletula nicht völlig vom Blastoderm umschlossen ist, haben wir die Blastula (Häckel), welche zuweilen eine zierliche Kugel darstellt, mit vegetativer, aus Lecithoblast, animaler, aus Blastoderm gebildeter Hälfte und einem mit Flüssigkeit erfüllten Innenraum, der Furchungshöhle oder besser einfach dem centralen Saftraum. Ueber diesen, bevor wir weiter gehen, ein kurzes Wort.

Die nur aus Makromeren gebildete Morula kann, falls sie aus vielen Zellen zusammengesetzt ist, eine Hohlkugel darstellen, welche einen centralen Saftraum umschliesst. Besteht die Morula nur aus wenigen Zellen, so fehlt selbstverständlich der Saftraum, da sich in diesem Falle keine Hohlkugel, also kein Gefäss für die Flüssigkeit ausbilden kann. Ist der Saftraum vorhanden, so mag er Chylantrum („Safthöhle") der Morula heissen. Da er auch fehlen kann, ist er von geringer Bedeutung.

Ganz zu Anfang, wenn die Makromeren sich der Mikromeren entledigen und die letzteren ein Häubchen am animalen Pole bilden, ist jeder Keim eine Epibletula, gleichviel, ob er auch später durch Invagination des restierenden Lecithoblasts zur Gastrula sich gestaltet oder nicht. Zwischen dem Lecithoblasten und dem Blastoderm bildet sich nun in der Regel am animalen Pole wiederum ein Chylantrum aus, welches dasselbe ist, wie die Furchungs- oder v. Baer'sche Höhle des Vertebrateneies. Durch den Besitz dieses Chylantrums characterisiert sich die Epibletula als Blastula; der Unterschied zwischen beiden ist sehr gering; er ist aber aus praktischen Gründen zur Zeit nicht zu vermeiden. Das Chylantrum der Blastula ist wohl zu unterscheiden von dem Chylantrum der Morula. Beides aber sind nur Safträume, die sich, wie es scheint, stets ausbilden, wenn Zellen zu einer Kugel zusammenschliessen. Der Inhalt derselben ist im ganzen dasselbe, was in höheren Thieren die Lymphe, der Chylus; aber schwerlich zugleich eine Athmungsflüssigkeit gleich dem Blute.

Ueber die Furchungshöhle schreibt Häckel schon 1874 (13, pag. 27): „Ich kann die Furchungshöhle nur für eine vorübergehende Höhlung ohne jede bleibende morphologische Bedeutung ansehen."

Nach vollendeter Umwachsung des Lecithoblasts durch das Blastoderm haben wir ein Wesen vor uns, welches aus den beiden Urkeimen besteht, dem Lecithoblasten, der als solide Masse oder als Hohlkugel mit Chylantrum das innere erfüllt, und dem wimpernden einschichtigen Blastoderm. Eine Verdauungshöhle fehlt. Für diese Schwärmlarve wurden schon viele Namen gebraucht, aber der Begriff derselben war nie scharf präcisiert worden; nur bei den Säugethieren nannte sie Häckel Gastrocystis (15, pag. 85) und betrachtete sie als Ausnahmeform. Wir schlagen für das solide, darmlose Wesen den Namen Sterrula (von

στερρός, solid) vor. Auch diese Larvenform kann, wie erwähnt, ein Chylantrum in sich ausbilden, gleich der Morula und der Epibletula; doch ist das Chylantrum der Sterrula öfters keine Neubildung, sondern nichts weiter als das während der Epibolie conservierte Chylantrum der Morula. Im Falle von Embolie bildet die Morula keine Kugel, sondern eine Platte, und in Folge dessen auch kein Chylantrum. Wird bei einer Sterrula, was ab und zu vorkömmt, der innen liegende Lecithoblastkern gänzlich resorbiert, und tritt an seine Stelle zellenlose Flüssigkeit, so bekommen wir eine einschichtige, kuglige Blase, gebildet aus wimpernden Blastodermzellen, welche ein grosses Chylantrum umschliessen. Eine solche Blase ist z. B. Heider's Schwärmlarve von Oscarella lobularis oder die Keimblase der Säugethiere, in welch' letzterer der Lecithoblast mindestens beinahe gänzlich resorbiert ist. Sie sieht sowohl einer ächten Morula als einer kugligen Blastula äusserst ähnlich, ist aber dennoch morphologisch etwas ganz anderes, nämlich eine typische Sterrula; denn es ist für die morphologische Bedeutung dieser Keimform irrelevant, ob der Lecithoblast sich forterhält, oder ob er resorbiert wird.

An der Sterrula bildet sich nun durch Einstülpung oder Einwucherung vom Blastoderm, ihrer Hülle, aus eine Verdauungs- oder Darmhöhle; wir bekommen eine Enterula und zwar speciell eine Monenterula.

Wenden wir uns nun zu den Cnidariern, um zu erfahren, wie sich bei diesen das Schicksal der Makro- und Mikromeren, des Lecithoblasts und Blastoderms gestaltet.

Wir finden hier in vielen Fällen zuerst die Ausbildung einer reinen Morula, wo der Keim nur einen Haufen von Makromeren darstellt und noch nicht in Lecithoblast und Blastoderm geschieden ist. Diese Morula umkleidet sich darauf mit einem Mantel von Blastodermzellen, welche rundum gleichzeitig oder da und dort an verschiedenen Stellen zu entstehen scheinen, deren erstes Auftreten also nicht stets an den animalen Pol geknüpft ist. Man hat diesen Vorgang als Delamination von der Epibolie unterschieden; doch ist dieser Umstand ohne Bedeutung; denn auch in andern Thierclassen, z B. bei den Insecten, kommen beide Knospungsarten neben einander vor (vergl. Bobretzky, 7, pag. 202).

Unter den Hydromedusen betrachten wir Geryonia fungiformis nach H. Fol (10). Zuerst zerfällt die Eizelle in Makromeren, und wir bekommen eine ächte Morula. Diese umschliesst ein Chylantrum, das aber nicht mit Fol als Furchungs- oder v. Baer'sche Höhle bezeichnet werden darf. Jetzt zerfallen die Morulazellen auf complicierte Weise und bilden eine innere grosszellige Kugel und eine äussere kleinzellige Lage: die erstere ist der Lecithoblast, die letztere das Blastoderm (siehe Anhangstafel Fig. 3). Statt der Gastrula besteht, solange die Blastodermschale den Lecithoblasten nicht völlig umschliesst, eine Epibletula. Ist die Umschliessung vollendet, so haben wir eine Kugel, bestehend aus einem innern soliden oder hohlen Lecithoblastballen und einer Blastodermhülle; eine Verdauungshöhle fehlt; dies ist unsere Sterrula. Nun vergrössert sich die Blastodermschale, während die Lecithoblastkugel sich abflacht und an einer bestimmten Stelle dem Blastoderm uhrglasförmig

sich anlegt. Der Raum zwischen beiden Geweben erfüllt sich mit Gallerte. Das Bild, da der Lecithoblast uhrglasförmig an das Blastoderm sich anschmiegt, gleicht ganz und gar demjenigen, welches E. van Beneden von den Säugethieren zeichnet, und es ist auch zweifellos damit identisch. Unsere Sterrula ist also jetzt eine mit Gallerte erfüllte Hohlkugel aus Blastoderm, deren Wandung der Lecithoblast an einer Stelle uhrglasförmig anliegt. Die Kugel bedeckt sich jetzt mit Wimpern. Sie ist nun also völlig gleich der rundum bewimperten Schwärmlarve der Poriferen, welche wir nun selbstverständlich ebenfalls als Sterrula bezeichnen.

Nun bildet sich an der Schwärmlarve von Geryonia da, wo der Lecithoblast dem Blastoderm anliegt, eine Blastodermwucherung; es entsteht eine Einsenkung des Blastoderms, und wir bekommen unsere Monenterula; denn diese Blastodermeinsenkung ist die erste Anlage der Gastralhöhle, wie wir das schon an der Schwärmlarve oder Sterrula der Poriferen sich haben vollziehen sehen.

Vom Momente der Einstülpung oder der Wucherung des Blastoderms behufs Bildung eines Darmblindsackes an wird die definitive Scheidung in das Hautblatt und Darmblatt, das Ektoderm und Entoderm geschaffen. Es ist damit ein grosser physiologischer Fortschritt des Organismus manifestiert. Eine Sycandra sowohl, als eine Hydra ist nichts anderes als eine mehr oder weniger differenzierte Monenterula, und erst vom Beginn einer Darmeinstülpung des Blastoderms an dürfen wir von den beiden Keimblättern, von Ektoderm und Entoderm reden.

Wir merken an, dass Fol's Deutung mit der unseren nicht übereinstimmt; der thatsächliche Vorgang aber, wie wir ihn geschildert haben, widerspricht nicht seinen Angaben; denn Fol sagt (10, pag. 483): „Am oralen Pol (unserer Sterrula) vermehren sich die Zellen des Ektoderms sehr rasch — —; es bildet somit dieser Abschnitt eine Art Scheibe, in deren Mittelpunkt die Zellen am zahlreichsten und kleinsten sind — —. Später erhebt sich dieser Mittelpunkt nabelförmig."

Fol giebt an, dass der uhrglasförmige Lecithoblast, sein Entoderm, mit dieser verdickten Blastodermstelle verwachse; er enthalte eine Höhlung, und beim Durchbruch des Blastodermpfropfes werde diese zum Entoderm der Meduse. Wir sind keineswegs geneigt, ihm zu widersprechen; wir glauben vielmehr und denken dies im Laufe unserer Untersuchung zu beweisen, dass das Schicksal des Lecithoblasts ein zweifaches sein kann: Entweder er wandelt sich in Gallerte oder ähnliche Substanzen um, ohne sich secundär mit dem von dem Blastoderm aus sich bildenden Gastralblindsack zu verbinden, wie das für die Poriferen wahrscheinlich ist: oder er ist mit Dottersecret schwer beladen, löst sich nicht auf und verbindet sich secundär als Anhangsdrüse mit dem vom Blastoderm sich einsenkenden Entodermsack der Monenterula, indem die ursprüngliche centrale Höhle des Lecithoblasts, das Chylantrum der Sterrula, sich gegen den Darm hin öffnet. Dieses Verhältniss haben wir bei Geryonia fungiformis.

Wir wählen noch eine andere Hydromeduse, die Cunoctantha parasitica, weil bei dieser das Schicksal des Lecithoblasts ein sehr merkwürdiges ist. Wie wir von E. Metschnikoff (38) erfahren, zerfällt hier der Lecithoblast längere Zeit hindurch nicht in Theilzellen (Makromeren), sondern bleibt eine einzige kolossale und amöboid kriechende Riesenzelle. An einer Stelle sitzt derselben eine Kappe von kleinen Elementen auf, welche wohl schon ein zwischen ihnen selbst und der Riesenzelle befindliches Chylantrum umwölben; sie stellen unser Blastoderm dar, so dass wir eine amöboid sich bewegende Blastula erhalten, wie wir bei Sycandra raphanus eine schwimmende vor uns hatten (siehe Anhangstafel Fig. 2). Allmälig umkleidet sich die Lecithoblastzelle ganz und gar mit einer Blastodermhülle. Es zeigt sich hierauf als neue Erscheinung nach Metschnikoff zwischen dem Blastoderm und der kolossalen Lecithoblastzelle eine deutliche Höhle, welche gegen aussen durchbricht und zur Gastralhöhle wird. Die gegen den Innenraum gerichtete Lecithoblastfläche bedeckt sich mit Zellen, und der Lecithoblast selbst wird allmälig resorbiert.

Wir unterscheiden auch bei dieser Hydromeduse eine Sterrula zur Zeit, da die kolossale Lecithoblastzelle ganz und gar vom Blastoderm umkleidet ist und die Verdauungshöhle noch fehlt; dann bildet sich diese letztere, wie wir für zweifellos halten, durch Einstülpung oder Einwucherung vom Blastoderm aus ebenso, wie bei den Poriferen nach Schulze und Heider (Metschnikoff beobachtete nicht alle Entwicklungsstadien), und wir haben die Monenterula. Der Lecithoblast wird resorbiert.

Ein weiteres Beispiel. Bei den Ctenophoren ist die Frage nach dem Schicksal des aus den Makromeren sich bildenden Lecithoblastes eine streitige. Nach A. Kowalevsky und A. Agassiz ist derselbe (die „grossen Zellen“ dieser Autoren) eine vergängliche Bildung, dem Nahrungsdotter physiologisch gleichwerthig, welche später einer Resorption anheimfällt. C. Chun (9) jedoch kam zu andern Resultaten; wir erlauben uns, dieselben in unsere Sprache zu übersetzen.

Die Eizelle zerfällt in Makro- und Mikromeren; wir erhalten eine Epibletula; der Lecithoblast (Chun's primäres Entoderm, Kowalevsky's Nahrungsdotter) wird vom Blastoderm gänzlich umwachsen: Sterrula. Nun bildet sich an dem einen Pole eine Verdickung des Blastoderms (Ektoderms nach Chun), und es kommt hier zu einer Einstülpung behufs Bildung des Magens: Monenterula (siehe Anhangstafel Fig. 4 mi).

Der nach Chun ektodermale, nach unserer Auffassung seiner Entstehung nach blastodermale, als solcher nun aber ächt entodermale Gastralblindsack stülpt sich bis etwas über die Körpermitte ein und flimmert inwendig. Der Lecithoblast liegt als geschlossene Blase an seinem blinden Ende, und nun bricht der Entodermsack gegen die Lecithoblasthöhle durch, so dass beide Organe miteinander communicieren. Wir sehen jetzt, dass der Lecithoblast als Dotterdrüse in den Gastralraum sich öffnet, wie uns dies gleichfalls bei den Vertebraten begegnet ist.

Das weitere Schicksal des Lecithoblasts ist Chun zufolge dieses: Es geht aus ihm der sogenannte Trichter der Ctenophoren hervor. Die Art und Weise, wie dies geschieht, scheint uns aber wohl noch der Discussion unterworfen werden zu dürfen. Nach Chun werden die Lecithoblastzellen (seine primären Entodermzellen) zu einem einfachen flimmernden Plattenepithel durch Abplattung; an der Peripherie des Trichters jedoch behalten sie ihren Character bei und bleiben in den sogenannten Gefässwülsten in ihrer ursprünglichen Gestalt conserviert. Die Angabe von Kowalevsky und Agassiz, dass sie als Nahrungsdotter resorbiert würden, wird bestritten.

Wir denken, dass hier eine Einigung beider Ansichten möglich sei, indem nach unserer Meinung das Schicksal des Lecithoblasts sich folgendermaassen gestaltet: Nachdem seine Höhlung mit derjenigen des entodermalen, durch Blastodermeinstülpung gebildeten Magens in Verbindung getreten ist, bilden seine Zellen an ihrer Aussenseite durch Knospung ein Plattenepithel, während ihre dotterreichen inneren Theile sich auflösen und als Nahrung vom Magen aufgenommen werden; ist dieses geschehen, so haben wir einen von flimmerndem Epithel gebildeten Hohlraum, dessen Wandung die directe Fortsetzung des von aussen gekommenen Entoderms darstellt und aus dem Lecithoblasten nachträglich durch Knospung entstanden ist, wie ja ursprünglich das ganze Blastoderm durch Knospung aus dem Lecithoblasten hervorgieng.

Ganz ähnlich geschieht die nachträgliche Entodermbildung bei den Wirbelthieren durch Abspaltung von Entodermelementen aus den Lecithoblastzellen. So bilden sich dann auch die sogenannten Gefässe der Ctenophoren, und nur ein Rest der Lecithoblastzellen bleibt zeitlebens in Form der Gefässwülste erhalten, welche drüsigen Character haben und nicht wimpern.

Es ist für unsere Auffassung sehr wichtig, dass Chun sich genöthigt sah, bei den Ctenophoren zwei von einander verschiedene innere Blätter zu unterscheiden, ein primäres und ein secundäres Entoderm. Wir sind ganz seiner Ansicht, nur nennen wir das primäre Entoderm Lecithoblast, während wir sein secundäres Entoderm, welches durch Einstülpung des Blastoderms entsteht, eben einfach Entoderm nennen.

Bei den Siphonophoren finden wir sehr ähnliche Verhältnisse wie die geschilderten. Wir brauchen nur die zusammenfassenden Worte Balfour's (3, I, pag. 156) zu citieren. Sie lauten: „Bei allen Siphonophoren bildet die typische, bewimperte, zweischichtige Planula (unsere Sterrula) den Ausgangspunkt für die weitere Entwicklung. Die innere Schicht oder der Hypoblast (unser Lecithoblast, Chun's primäres Entoderm) besteht der Hauptsache nach aus grossen ernährenden Zellen. Von diesen differenziert sich secundär eine hypoblastische Epithelschicht (unser Entoderm), deren genauere Beziehungen bei den verschiedenen Typen etwas von einander abweichen. Die ernährenden Zellen selbst scheinen nicht unmittelbar in die bleibenden hypoblastischen Gewebe überzugehen."

In einigen Fällen bildet der grosse Lecithoblast einen förmlichen Dottersack (Crystalloides).

Mit der Entstehung eines zum Gastralraum werdenden Blindsackes durch Einstülpung oder Einwucherung vom Blastoderm her weist unsere Sterrula zwei, nun als Ekto- und Entoderm zu unterscheidende Blätter auf, und wir nannten dieses Stadium die Monenterula. Wir finden sie in der Thiergruppe der Coelenteraten dauernd fixiert. Von nun an tritt eine neue eingreifende Veränderung des Körperbaues auf in Folge der Entstehung eines zweiten, vom Blastoderm, dem hinfort so zu nennenden Ektoderm aus sich bildenden Darmtheiles, welcher mit dem vorhandenen sich verbindet, des Stomodaeums (Lankester); die Monenterula wird zu einem andern Wesen, zur Dichenterula.

Wir betrachten kurz, wenn auch etwas schweren Herzens die Echinodermen; denn die vorliegenden Untersuchungen verhalten sich recht spröde gegen unsere Ansicht; es seien desshalb ein paar Worte vorausgeschickt.

Erstlich ist klar, dass, falls in der Entwicklungsgeschichte eines Thieres in frühester Zeit zwei Einstülpungen am Keime sich vollziehen, wie diejenigen der Gastrula und der Monenterula, dieselben sehr leicht mit einander verwechselt werden müssen; mit andern Worten, es ist nicht anders möglich, als dass sehr oft eine Monenterula für eine Gastrula angesehen wird, wenn eine solche vorkömmt, und umgekehrt. Es ist dies um so gewisser, als eine ächte Blastula, welche der Gastrula den Ursprung giebt, äusserst ähnlich aussieht wie eine Sterrula, aus welcher die Monenterula ihre Entstehung nimmt; denn auch in der Grösse besteht kein Unterschied.

Ferner: Hätten wir vor dem Jahre 1878, da F. E. Schulze die Einstülpung des Blastoderms bei der Sycandralarve entdeckte, unsere Ansicht auf die Poriferen übertragen wollen, so hätten wir scheitern müssen; die Spongien wären nichts anderes gewesen, als eben mehr oder weniger ausgebildete Gastrulae. Eine weitere Untersuchung ergab aber, dass mit der Constatierung einer einzigen Einstülpung der ganze Bildungsgang keineswegs erkannt war. So steht die Sache aber zweifellos noch mit den Echinodermen; es ist bei ihnen nur eine einzige Einstülpung, abgesehen von derjenigen des definitiven Mundes constatiert; sie wird als Gastrula bezeichnet und soll ohne weiteres dem Darme den Ursprung geben.

Es ist nach Ludwig's Untersuchungen an Asterina gibbosa (37) zweifellos, dass bei dieser Form eine ächte Gastrula sich bildet, indem die untere Hälfte der Blastula, welche aus den Abkömmlingen der Makromeren besteht, in die Mikromerenhälfte sich einschlägt. Ludwig beklagt sich dagegen mehr als einmal über die Ungunst des Objectes, und so dürfen wir wohl die Vermuthung äussern, dass der Gastrulamund nicht offen bleibt und allmälig, wie Ludwig es angiebt, nach dem untern Pol des Keimes hinwandert, sondern dass er sich schliesst und wir sonach zunächst eine Sterrula erhalten, an deren einem Ende eine Einstülpung zur Bildung des Mitteldarmes führt. Diese Larvenform, unsere Monenterula, ist häufig zur Beobachtung gekommen; besonders Selenka (50) gab manche

schöne Bilder von derselben und ebenso von der Schwärmlarve, welche der Monenterula voraufgeht, der Sterrula, deren Inneres mit Flüssigkeit, vielleicht dem Auflösungs- resp. Umwandlungsproduct des, früher zum inneren Blatte der Gastrula eingeschlagenen Lecithoblasts erfüllt ist und der Sterrula einiger Coelenteraten ganz ähnlich sieht. Sicher ist, dass die von Ludwig als Gastrula gezeichnete Form mit der von Selenka als solche ausgegebenen wenig übereinstimmt. Wir halten Ludwig's Gastrula für die ächte, Selenka's Gastrulae für Monenterulaformen. (Man vergleiche die Figuren 11 und 15 von Ludwig mit den von Selenka gegebenen Bildern.) Die Ausbildung von Kalkstäben in den Larvenbildern Selenka's fällt ebenfalls gegen die Deutung derselben als Gastrulaformen vom vergleichend embryologischen Standpunkte aus schwer in's Gewicht. Auch die Larvenbilder von A. Agassiz (1) halten wir für Monenterulae, und besonders schön zeigen dieselben die Bildung des zweiten Darmtheiles, des Stomodaeums und seine Verbindung mit dem Mesenteron, dem aus dem Monenterulablindsack hervorgegangenen Darmtheile.

Mit dem Auftreten des Stomodaeums, mit der Bildung also der Dichenterula, treten aber die Echinodermen, wie alle noch zu besprechenden Formen, aus der Coelenteratenabtheilung hinaus in denjenigen Thierkreis, dessen Glieder einen Darmcanal aus zwei, genetisch verschiedenen Theilen besitzen, dem Mesenteron und dem Stomodaeum (Lankester). Wir bemerken schon jetzt vorgreifend, dass wir die Coelenteraten als Monenteriker den folgenden von ihnen abzuleitenden Thierkreisen, den Dichenterikern, gegenüberstellen, und zu den letzteren sind die Echinodermen zu rechnen, weil sie in ihrer Ontogenie die Dichenterulalarve aufweisen. Wir fügen an dieser Stelle bei, dass es nahe liegt, von Dichenterikern noch Trichenteriker zu trennen, indem dabei auf das Proktodaeum Rücksicht genommen würde; doch möchten wir uns zunächst auf diesen ferneren Punkt nicht einlassen; denn erweist sich als wahr, dass bei den Dichenterikern die erste Einstülpung oder Einwucherung des Blastoderms zur Bildung des Mesenterons, die zweite zu derjenigen des Stomodaeums führt, dann macht uns auch die Entstehung und Bedeutung des Proktodaeums keine Sorgen.

Wir sahen uns aus manchen Gründen, welche theils in den schon gegebenen, theils in den noch zu bringenden Auseinandersetzungen enthalten sind, veranlasst, an der Richtigkeit der Angaben, dass die Gastrulahöhlung der Echinodermen sich direct in den Enddarm derselben umwandle, zu zweifeln, und man gestatte uns, zur weiteren Berechtigung unseres Unglaubens einige Worte über die bei entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen im Gebiete der Wirbellosen angewendete Methode zu sagen.

Eine ausserordentliche Rolle spielen die sogenannten optischen Schnitte; aber dies ist eine äusserst unsichere Art des Untersuchens, besonders wenn man noch die Beweglichkeit des zu beobachtenden Keimes und häufig auch dessen mangelhafte oder andrerseits allzu starke Durchsichtigkeit in Betracht zieht; ja man darf wohl so weit gehen, zu sagen, dass im allgemeinen optische Durchschnitte zur exacten Erforschung schwierigerer

Verhältnisse nicht zu brauchen sind. Wir müssen das „optische Mikrotom", wie R. S. Bergh es witzig nennt, bei Seite legen und zu realen Schnitten (Spengel) unsere Zuflucht nehmen.

Dann ist in erster Linie wichtig die Wahl des Objectes. Der Keim muss sich unter dem Mikroskope beständig bequem verfolgen lassen, von der Eizelle bis zur Larve oder dem fertigen Thiere, damit die zur Untersuchung mittelst Schnittserien gewählten Stadien genau bestimmbar sind. So kann eine lückenlose Embryonenreihe gewonnen werden, aus welcher Kette eventuell jedes Glied in eine Schnittserie zerlegt werden sollte. Die Schwierigkeiten mögen oft grosse sein; sie sind aber doch schon überwunden worden; auf die Echinodermenentwicklung wurde aber diese Methode der successiven Schnittserien niemals angewandt.

Das Ei der marinen Dendrocoelen zerfällt in Makromeren, welche epibolisch sich mit Mikromeren überkleiden. Die so entstandene Epibletula oder Blastula hat am animalen Pole ein Chylantrum, die sogenannte Furchungshöhle. Der aus den Makromeren bestehende Lecithoblast kommt zuletzt innerhalb des aus ächten Entodermzellen gebildeten Darmes zu liegen, wo er resorbiert wird. Balfour, dessen Lehrbuch wir diese Angaben entnehmen, fügt bei, es sei wahrscheinlich, dass die Wandung des Darm-, also des Entodermrohres durch einen Process continuierlicher Knospung kleiner Zellen aus den grossen (unserm Lecithoblast) entstehe. Wir haben also auch hier einen scharfen Gegensatz zwischen Lecithoblast und Entoderm.

Bei den Rotiferen gehen aus dem Lecithoblasten wahrscheinlich die sogenannten gelappten Drüsen hervor (vergl. die Arbeit von Salensky, 42).

Von den Gephyreen wählen wir die Bonellia viridis, deren Entwicklungsgeschichte Spengel bearbeitete (52). Der Lecithoblast, welcher aus den Makromeren hervorgeht und epibolisch vom Blastoderm umwachsen wird, kommt mit der Zeit in's innere des Darmcanals zu liegen, indem das, sei es aus dem Blastoderm entstandene oder von ihm selbst gelieferte Entoderm ihn sackartig überkleidet. Er besteht noch lange Zeit nur aus den vier Makromeren und wird endlich gelöst und vom Darme aufgenommen.

Unter den Anneliden ist besonders interessant das Schicksal des Lecithoblasts bei Nephelis. Die befruchtete Eizelle theilt sich in eine gewisse Anzahl von Makromeren, und diese liefern die Mikromeren durch Knospung: Lecithoblast und Blastoderm. Es tritt nun die nicht gewöhnliche, im übrigen aber ganz in Ordnung gehende Erscheinung ein, dass das Blastoderm sich gleich lebhaft weiter ausbildet und eine Höhlung in sich erzeugt, die wie ein kleines Tönnchen aussieht, das Mesenteron. Ob dasselbe von aussen her gebildet wird, ist noch nicht näher untersucht worden. Es bildet den mittleren Theil des definitiven Darmcanals, mit dessen Auftreten wir Ekto- und Entoderm am Blastoderm unterscheiden. Der Lecithoblast unterdessen bleibt am vegetativen Pole des Embryos unthätig liegen und wird nur sehr allmälig mit Blastodermzellen überzogen, so dass seine drei Zellkugeln noch theilweise unbedeckt sind, wenn der definitive Darmcanal schon sich angelegt hat, ja,

wenn aus der so gebildeten Monenterula durch Einstülpung des definitiven Mundes schon eine Dichenterula geworden ist; endlich aber findet doch Ueberwachsung statt; der Lecithoblast bleibt noch längere Zeit am Hinterende des Embryos zwischen Ektoderm und Entoderm sichtbar und wird zuletzt resorbiert.

Bei Nephelis ist die Eizelle sehr arm an Dottersecret und so natürlich auch der durch die Makromeren repräsentierte Lecithoblast. Es ist darum bei dieser Hirudinee, wie auch noch bei einigen andern Anneliden, die hübsche Einrichtung zu Stande gekommen, den aus Mangel an Dottermaterial nicht als Nährdrüse functionierenden Lecithoblasten durch einen andern, ächt caenogenetischen Dottersack zu ersetzen, indem der Embryo schon in sehr früher Ausbildung vermögend wird, die zähe Eiweissmasse, in welcher er schwimmt, zu verschlucken. Der zarte Vorderdarm kann diese Arbeit offenbar nicht besorgen; so übernimmt dieselbe die ganze Körperhülle; denn nach Leuckart (36, pag. 691) bemerkt man an derselben, während der Embryo schluckt, eine deutliche Peristaltik. Auch sogenannte „Schluckzellen" bilden sich aus, welche wahrscheinlich in irgend einer Weise dem schwierigen Processe förderlich sind (Hatschek, 19, pag. 310). Die Dichenterula von Nephelis also presst durch peristaltische Bewegung des ganzen Leibes das Eiweiss in den Darm hinein und zwar in solcher Menge, dass der ganze Embryo sich zu einer Kugel aufbläht, und wir genau dasselbe Bild bekommen, welches uns so viele andere Embryonen noch im gleichen Stadium der Entwicklung zeigen, wenn ihr inneres den Lecithoblasten als ächten Dottersack einschliesst. Die Entodermzellen speichern dann das Eiweiss in sich auf.

Wir heben noch die Bemerkung von Bütschli (8) hervor, dass bei Nephelis ganz zu Anfang hin und wider die Mikromeren völlig von den Makromeren umschlossen werden. Dieses ganz temporäre und nicht bei allen Embryonen vorkommende umwuchert werden des Blastoderms durch den Lecithoblast erinnert an Bilder, wie sie Schulze von Sycandra raphanus zeichnete, zur Zeit, da das Blastoderm sich einstülpt.

Um zu recapitulieren und unsere eigenen Ausdrücke anzuwenden, so haben wir also bei Nephelis folgenden Entwicklungsgang: Theilung der Eizelle: Morula; Bildung des Blastoderms durch Knospung am animalen Pole und allmählige, nachträgliche Umwachsung des Lecithoblasts: Epibletula. Verzögert sich, wie hier und in vielen andern, zum Theil noch zu besprechenden Fällen die Umwachsung des Lecithoblasts, so wird die Epibletula mit der Sterrula identisch; denn die erstere Bezeichnung bedeutet nur eine bestimmte Art der Ueberwachsung des Lecithoblasts durch das Blastoderm, wie ihre Collegin, die Gastrula, indem die eine durch die andere aus Ursachen ersetzt werden kann, welche für die jeweiligen Fälle im einzelnen zu untersuchen sind; die Sterrula aber bildet, wie wir später auseinandersetzen werden, ein phylogenetisches Durchgangsstadium für alle Metazoen und erlischt mit dem Auftreten des Mesenterons als Folge einer Blastodermeinstülpung, womit wir die Monenterula bekommen. Diese wird durch die Bildung des definitiven Mundes und Vorderdarmes zur Dichenterula.

Wie bei Nephelis liegen die Verhältnisse auch bei den andern Hirudineen, welche dem eiweissschluckenden Embryonentypus angehören (vergl. Hatschek, 19, pag. 310), wie Hirudo, Aulastoma (vgl. R. S. Bergh, 6, pag. 260). Anders ist es bei Clepsine, deren Eizelle viel reicher an Dottersecret ist, und wo desshalb der Lecithoblast als Nahrungsdotter functioniert, indem dessen Arbeit nicht, wie bei den Eiweissschluckern, von den Entodermzellen des definitiven Darmcanals übernommen wird.

Whitman (54) sagt aus, dass bei Clepsine der Dotterrest, unser Lecithoblast, vom Entoderm des definitiven Darmes eingeschlossen werde; der Lecithoblast bleibt also nicht, wie zum Beispiel bei Nephelis, ausserhalb des Darmes liegen, sondern er wird in denselben eingenommen und verdaut. Dieser bei so nahe verwandten Formen zu constatierende Gegensatz ist aber nur ein scheinbarer; er beruht nur auf einem mehr oder weniger des umwachsen werdens des Lecithoblasten durch das Entoderm. Bei sehr vielen Formen betheiligt sich der Lecithoblast noch nachträglich an der Lieferung des Darmepithels, wie schon hervorgehoben, und wie noch weiter besprochen werden wird. Gewisse Stadien des überwachsens aber können wohl unterschieden werden; denn eine Verständigung über Naturerscheinungen ist nur dadurch möglich, dass man die Extreme benennt, wenn auch alle Uebergänge zwischen ihnen nachweisbar sein sollten. So unterscheiden wir denn folgende drei Stadien: Erstens, der Lecithoblast liegt zuletzt innerhalb des Darmcanals (z. B. Ctenophoren, Leptoplana, Bonellia, Clepsine) oder zweitens ausserhalb desselben (z. B. Hirudo, Nephelis) oder endlich drittens, er bildet einen Anhang an demselben; er ist also zuletzt entweder intraintestinal, oder extraintestinal oder adintestinal.

Wir flechten hier ein, dass Häckel (14, pag. 430) diese Auffassung schon hart streifte, indem er über das Verhalten der Entodermzellen zur Darmbildung im Jahre 1875 schrieb: „Es wird bei einer Abtheilung der amphiblastischen Eier das gesammte Entoderm zur Bildung der Darmwand selbst verwendet, während bei einer andern (wohl viel grösseren) Abtheilung derselben nur ein Theil des Entoderms zur Bildung der Darmwand (Darmdrüsenzellen) direct verwendet wird, ein anderer Theil nur indirect benutzt, nämlich von den ersteren aufgezehrt und als Dotterzellen verbraucht wird. Hierin verhalten sich aber wiederum die amphiblastischen Eier zweifach verschieden, indem die „Proviantzellen“ bald nach innen, bald nach aussen von den Darmdrüsenzellen liegen, welche in der Bildung der Darmwand aufgehen“.

Unter den Oligochaeten, bei welchen wir auch der Ausbildung eines secundären, caenogenetischen Dottersackes durch Aufnahme von Eiweiss in die Entodermzellen begegnen, liegt bei Euaxes der Lecithoblast zuletzt intraintestinal, wie nach Kowalevsky's Bildern (31) wahrscheinlich ist. Es muss an diesem Orte hervorgehoben werden, dass Kowalevsky schon im Jahre 1872 das aus den Makromeren hervorgehende Gewebe nicht Darmdrüsenblatt, also nicht Entoderm nennen wollte, sondern Darmdrüsenkeim, um Remak's Ausdruck für die Batrachier zu verwenden, weil, wie er sich ausdrückt, die inneren Darmdrüsenkeimzellen verbraucht werden. Diese letztern sind nun aber unser Lecithoblast. Wir

begegnen also schon hier dem durch die ganze Literatur sich hinziehenden Schwanken in der Auffassung des Entoderms.

Bei Criodrilus hat Hatschek eine Beobachtung gemacht, die wir auf eine zeitweilige Oeffnung des Mesenterons nach aussen, eventuell sogar auf eine temporäre Functionierung derselben behufs Eiweissschluckens deuten möchten. Er sagt (19, pag. 280): „Die Aufnahme der Nahrung erfolgt durch eine Oeffnung, welche sich an der ventralen Fläche (des Embryos) befindet.“ Wir halten dieselbe für den Darmblindsack der Monenterula, das Mesenteron.

Wir gehen zu den Mollusken über und glauben uns wohl berechtigt, in erster Linie eine Abhandlung über die Entwicklungsgeschichte der Bithynia tentaculata (Paludina impura aut.) heranzuziehen, welche der eine von uns vor einigen Jahren veröffentlicht hat (44). Die Eizelle zerfällt in vier Makromeren (Morula), welche am animalen Pole Knospen liefern, die Mikromeren. Aus den erstern wird durch weitere Theilung ein Gewebe, der Lecithoblast, welcher die vegetative Hälfte, aus den Mikromeren das Blastoderm, welches die animale Halbkugel einer mit centraler Höhlung, Chylantrum, versehenen Blastula bildet. (Siehe Anhangstafel Fig. 5.) Der Lecithoblast schlägt sich ein, es giebt eine Gastrula (ibid. Figur 6); der Mund derselben schliesst sich, und wir erhalten eine solide Kugel, deren Kern vom Lecithoblast gebildet ist, und deren Schale das Blastoderm darstellt, die Sterrula (ibid. Figur 7). Die Blastula war seiner Zeit Keimkugel, die Sterrula, welche ihr äusserst ähnlich sieht, Pseudokeimkugel genannt und, wie es auch richtig ist, der Bischoff'schen Keimblase der Mammiferen verglichen worden.

An der Sterrula bildet sich nun eine trichterartige Vertiefung, die dazumal nicht verstanden wurde; der Embryo machte ganz und gar den Eindruck einer Gastrula und wurde als Pseudogastrula bezeichnet. Es ist jetzt für uns zweifellos, dass diese Einstülpung zur Bildung des Mesenterons führt, dessen Entstehung, wie diejenige der übrigen Darmabschnitte, aus dem Blastoderm (dem Ektoderm der Gastrula) in jener Abhandlung sehr betont wurde. Die damals Pseudogastrula genannte Embryonalform der Bithynia ist nun also die Monenterula. (Siehe Anhangstafel Figur 8.) Mit dem Auftreten der Mundeinstülpung bekommt der Embryo dichenterischen Character: Dichenterula.

Es wurde in jener Arbeit weiter gezeigt, dass der Lecithoblast sich zur sogenannten Leber oder besser der Mitteldarmdrüse der Schnecke umbildet; der Lecithoblast (das Entoderm der Gastrula) ist also zuletzt adintestinal. (Siehe Anhangstafel Figur 9.) Die histologische Umbildung der Lecithoblastelemente in die definitiven Mitteldarmdrüsenzellen wurde nicht verfolgt.

Es ist nicht schwer, aus den von Hatschek gegebenen Bildern zu ersehen, dass das Schicksal des Lecithoblasts bei den Muscheln dasselbe ist, wie bei den Gasteropoden. Bei Teredo (20) zerfällt die Eizelle, was sehr interessant ist, nicht in mehrere Makromeren. Wir haben nur eine einzige solche (paradox ausgedrückt: eine einzellige Morula), welche die Mikromeren knospt und sich epibolisch (Epibletula) mit ihnen überkleidet. Ein Chylantrum (Furchungshöhle) fehlt. (Siehe Anhangstafel Figur 10.) Es existiert also hier

zeitweilig dasselbe Verhältniss, wie bei der fernen Gruppe der Dicyemiden, wo der Lecithoblast zeitlebens eine ungetheilte Zelle bleibt (E. van Beneden, 5). Die grosse Lecithoblastzelle von Teredo (von Hatschek Entodermzelle genannt) theilt sich endlich auch, und der nun zweizellige Lecithoblast ist lange als solcher zu den Seiten des Mesenterons erkennbar. An der Stelle, wo die beiden Lecithoblastzellen liegen, entsteht nach Hatschek jederseits vom Darme eine halbkuglige Leberausstülpung. Der Autor beschreibt das nun folgende Stadium also: Die seitlichen Theile des Darmes sind zu den mächtigen, eiförmigen Leberlappen umgebildet, welche an der Bauchseite aneinanderstossen; desshalb ist das Epithel des Magens auf die dorsale Wandung und den hinteren Blindsack beschränkt, die ventralen und seitlichen Wände werden von den Leberzellen gebildet, welche cubisch bis cylindrisch sind. Das Bild, welches Hatschek giebt, stimmt genau mit den Schnitten überein, welche durch Embryonen der Bithynia erhalten wurden. (Vergleiche die Figuren 11 und 9 der Anhangstafel.)

Lebendig gebärende Formen, wie Paludina vivipara u. a. m., deren Eier und Keime sich im Leibe des Mutterthieres entwickeln, sind bei der Bearbeitung von Fragen, deren Lösung nur mittelst einer lückenlosen Reihe der frühesten Embryonalstadien erreicht werden kann, von vornherein auszuschliessen, weil die Gewinnung der für die Untersuchung wesentlichen Entwicklungszustände hier lediglich Sache des Zufalls, nicht aber des Experimentes sein kann. Desshalb legen wir auf die verschiedenen Angaben, der Gastrulamund von Paludina vivipara gehe in den definitiven Mund oder den definitiven After über, keinen Werth.

Auch bei den Bryozoen machen es die Bilder, welche Hatschek (18) in seiner Entwicklungsgeschichte der Pedicellina echinata zeichnet, für uns gewiss, dass aus dem Lecithoblast die Leber des Thieres sich hervorbildet. (Siehe Anhangstafel Figur 12 und 13). Von speciellem Interesse ist es, dass bei den drei Gruppen der Rotiferen, Bryozoen und Mollusken der Lecithoblast zu einem bleibenden Organe wird, zu der Mitteldarmdrüse.

Wir wenden uns zu den Arthropoden und finden hier für unsere Auffassung besonders geringe Schwierigkeiten. Auch hier, wie überall, kann nur ein Ausgehen von der befruchteten Eizelle bei der Vergleichung zum Ziele führen.

Die verschiedenen Angaben lassen sich dahin zusammenfassen, dass in der dotter- und fettreichen Eizelle zunächst mehrere Kerne auftreten; dann umkleidet sich die nun vielkernige Eizelle (Morula) auf irgend eine Weise mit Tochterknospen, welche zu einem Blastoderm zusammenschliessen. Der eigentliche Lecithoblast zerfällt nun in Theilzellen. Das alles geht so vor sich, dass man die Beschreibungen in vielen Fällen ohne weiteres auf ein meroblastisches Vertebraten-Ei übertragen könnte, insofern die einzelnen, oft complicierten Vorgänge bei der Bildung des Blastoderms aus dem Lecithoblasten für uns irrelevant sind. Wie bei unserer Blindwühle treten zum Beispiel bei den Insecten die Dotterzellen anfangs an der Peripherie des Dotters auf, und erst später zerfällt die centrale Masse des Lecithoblasts in Theilstücke. So sagt Kowalevsky von Hydrophilus (31, pag. 41): „Nach Bildung von Blastoderm und Keimstreifen beginnt der Dotter an der Oberfläche in

Ballen zu zerfallen. Dies geht von aussen nach innen vor sich;“ und von Apis erfahren wir über die Art der Bildung des Blastoderms durch denselben Autor, dass am oberen Ende des Eies anfangs sehr schwache, dann aber schnell wachsende Erhebungen mit Kernen entstehen. Sie umkleiden allmählig den ganzen Dotter. Neue werden nachgeliefert, und so entsteht ein Blastoderm aus schönen cylindrischen Zellen. Die beigegebenen Bilder der Blastodermknospung von Apis sind mit solchen geradezu identisch, welche der eine von uns von der Blastodermbildung des Eidechseneies gezeichnet hat (43).

Mit der Vollendung der Blastodermhülle haben wir die Sterrula. Diese finden wir bei allen Arthropoden vor und ebenso constant eine nun im Blastoderm entstehende Einsenkung behufs Bildung des Mesenterons, die Monenterula. Sie ist sehr deutlich bei Crustaceen (vergl. z. B. Reichenbach, 40) und bei Insecten, wo sie in Form einer Rinne auftritt (Kowalevsky, 31). Regel ist nun, dass der Lecithoblast zu einer Nährdrüse des Embryos wird und gegen das Mesenteron sich öffnet; er wird aber bei den Arthropoden nicht zu einem bleibenden Organe, wie bei den Rotiferen, Bryozoen und Mollusken, sondern der Arthropodenembryo verbraucht ihn, wie der Vertebratenembryo, als Dottersack. Mit der Bildung des Vorderdarmes (Stomodaeums) wird die Arthropodenmonenterula zur Dichenterula.

Wie schon Chun bei den Ctenophoren zwischen einem primären und secundären Entoderm unterschied, was nichts anderes ist, als unser Lecithoblast und das eigentliche Entoderm oder Darmblatt, so handelt auch Korotneff (29) bei Gryllotalpa, indem er den Dotter als das primäre Entoderm, das Darmepithel dagegen als das secundäre Entoderm auffasst.

Bei den Ascidien erlauben die von O. Seeliger (48) gegebenen Abbildungen die Vermuthung, dass aus dem Lecithoblasten der Endostyl sich hervorbilde.

Einige Bilder aus Kowalevky's Amphioxus (32) machen es für uns wahrscheinlich, dass das gesammte Lumen des dem Darme anhängenden Lecithoblastes für den Darm angesehen wurde, wie dies ja auch bei den Amphibien geschah; dass aber die gegebenen Schnitte ganz so wie die von uns gezeichneten des Ichthyophisembryos aufzufassen seien. Wir halten das Schicksal des Lecithoblasts und des Darmes von Amphioxus für identisch mit dem der Cyclostomen und Amphibien. (Siehe Anhangstafel Fig. 14.)

Die bei Amphioxus zum neurenterischen Canal werdende Einstülpung ist zweifellos die Mesenteralinvagination, der Coelenteratenmund, der Blastodermblindsack der Monenterula, und zur Evidenz tritt dies bei den höheren Wirbelthieren hervor, womit wir nunmehr wieder zu dem Gebiete zurückkehren, von welchem wir ausgegangen sind. Wenn wir hier mit der befruchteten Eizelle anfangen, finden wir bei allen Gruppen zuerst die Bildung von Furchungskugeln, welche als kuglige Zellen bei den Formen mit totaler Zerklüftung, als kreuzweis gestellte Furchen der Dotteroberfläche ganz zu Anfang bei den Meroblastiern erscheinen. Diese sind die Makromeren, welche durch Knospung am animalen Pole die Mikromeren oder Blastodermzellen liefern; wir bekommen so eine Epibletula.

Zwischen Lecithoblast und Blastoderm entsteht die Furchungshöhle, das Chylantrum der Epibletula, und in diesem Zustand können wir den Keim auch Blastula nennen; denn er stellt jetzt eine Kugel dar, deren überwiegend mächtiger vegetativer Theil aus dem Lecithoblasten, der animale aus dem Blastoderm besteht. Während die Blastula eines gastrulierenden Thieres aus zwei Halbkugeln von ungefähr gleicher Grösse zusammengesetzt ist, von denen die vegetative durch den Lecithoblast, die animale durch das Blastoderm repräsentiert ist, erscheint diejenige der Epiboliker, speciell der Meroblastier, um uns eines Bildes zu bedienen, etwa wie ein Augapfel, an welchem den eigentlichen Bulbus der Lecithoblast, die Cornea das Blastoderm und die vordere Augenkammer das Chylantrum oder die Furchungshöhle darstellt.

Noch lange, bevor der ganz aus den Makromeren hervorgegangene Lecithoblast sich mit Blastodermzellen völlig überdeckt hat, bildet sich eine Einstülpung, welche zur Entstehung des Mesenterons führt, die sogenannte Kupffer'sche Gastrula, oder, wie wir sie im ersten Hefte, um den hier folgenden Auseinandersetzungen nicht vorzugreifen, genannt haben, die hintere Embryonalgrube (vergl. diesen Band pag. 16 und Tafel II). Sie öffnet sich gegen den Lecithoblasten, welcher nun sein Nährsecret in dieselbe ergiesst, und dessen weiteres Schicksal wir im ersten Abschnitte dieses Heftes auseinandergesetzt haben. Die Mesenteraleinstülpung oder der Coelenteratenmund, wie wir die Kupffer'sche Gastrula nennen, erhält sich sehr wahrscheinlich längere Zeit als sogenannter neurenterischer Canal. Mit ihrem Auftreten zeigt uns der Vertebratenkeim das Bild der Monenterula, nachdem er zuvor als Epibletula oder Sterrula zu bezeichnen gewesen war. (Siehe Seite 125.)

Mit der Bildung der Mundeinstülpung und des Vorderdarmes erhalten wir die Dichenterula.

Da die ersten Dotterknospen, die Mikromeren, welche den Lecithoblasten an derjenigen Stelle bedecken, wo die Mesenteraleinstülpung auftritt, bereits als Blastoderm aufzufassen sind, so ist auch diese Invagination eine Einstülpung des Blastoderms. Den höheren Vertebraten, Holoblastiern sowohl, als Meroblastiern, fehlt also eine Gastrula; wir haben eine Epibletula, wie wir die epibolische Umwachsung des Lecithoblasts durch das Blastoderm im ganzen Thierreiche genannt haben. Die Blastodermeinstülpung, welche man mit Kupffer Gastrula nannte, ist keine solche, sondern sie repräsentiert den Coelenteratenmund, führt, wie wir denken, zur Bildung des Mitteldarmes und wird von uns Mesenteraleinstülpung, der ganze Keim in diesem Stadium Monenterula genannt, wie schon bei den übrigen Thierkreisen.

Hensen schreibt über die Kupffer'sche Gastrula (22, pag. 71): „Ich vermag umsoweniger der Deutung einer Durchbohrung der Keimscheibe im spätern Stadium als Gastrulation zu folgen, als ich aus den bisher durch die vergleichende Entwicklungsgeschichte bekannt gewordenen Thatsachen die Ueberzeugung nicht gewinnen kann, dass das Schlagwort „Gastrula“ in Wahrheit den gemeinsamen Kern der Entwicklungsgesetze treffe. Im

Gegentheil scheint mir die Verwendung der Gastrulatheorie oft z. B. für die Radiaten und die Wirbelthiere, exclusive Amphioxus, unnatürlich und gezwungen."

Fussend auf dem biogenetischen Gesetze suchen wir für die verschiedenen in unseren Auseinandersetzungen aufgestellten und benannten Embryonalstadien nach lebenden Repräsentanten und wollen dies hier kurz durchführen, um nachzusehen, ob die verschiedenen Hauptformen des Thierreiches sich in der Entwicklungsgeschichte seiner Glieder widerspiegeln. Wir unterscheiden, um zu recapitulieren, erstlich die Eizelle, welche einem Protozoon, speciell wohl einer Amöbe entspricht. Durch ihre Theilung machen wir den Schritt von den Protozoen zu den Metazoen und bekommen zunächst zweitens die Morula, ein Wesen, das durch gleichmässige Theilung der Eizelle entstanden ist, in der Form ein unregelmässiger Zellenhaufen oder eine Platte oder eine Kugel, welche eventuell einen Saftraum umschliessen kann, das Chylantrum der Morula. Wir finden die Morula dauernd repräsentiert durch Formen wie Volvocineen und Catallacten. Wir fassen sie unter der Collectivbezeichnung Morozoen (von μόρον, Maulbeere) zusammen.

Nun ereignet sich eine wichtige Veränderung, indem die Morula Tochterknospen treibt und mit diesen sich umkleidet, sei es epibolisch: Epibletula, was das häufigere und, wie wir schon ausgesprochen haben, auch ontogenetisch ursprüngliche ist (siehe Seite 117), oder embolisch: Gastrula, was weniger häufig stattfindet. Wir bekommen so ein Wesen, welches aus zwei verschiedenen Geweben sich zusammensetzt, aus dem Lecithoblast und dem Blastoderm. Diesen Fortschritt in der Thierentwicklung mögen wir eventuell für so wichtig ansehen, dass wir alle Metazoen ohne Blastoderm oder Tochterknospen, nämlich die Morozoen, als Ablastodermiker (Metazoa ablastodermica) den Blastodermikern (Metazoa blastodermica) gegenüber stellen könnten. Sobald nur eine einzige Blastodermzelle vom Lecithoblast geliefert ist, die dauernd mit ihm in Verbindung bleibt, haben wir einen Blastodermiker vor uns; doch weisen wir schon jetzt darauf hin, wie wir unten noch näher ausführen werden, dass solche Collectivbegriffe mehr praktischen als wissenschaftlichen Werth besitzen.

Unsere Sterrula umfasst Wesen, welche aus zwei Schichten bestehen; innen liegt der Lecithoblast, aussen das Blastoderm. In vielen Fällen umwächst dieses sehr langsam den Lecithoblasten in Folge caenogenetischer Verhältnisse, welche im einzelnen auf ihre Ursachen zu prüfen sind.

Wir schlagen vor, die beiden Organe des Keimes: Lecithoblast und Blastoderm als Keimschichten zu bezeichnen, im Gegensatz zu den Keimblättern Ektoderm und Entoderm, in welche das Blastoderm secundär sich spaltet. (Siehe darüber auch F. E. Schulze, 47.)

Als lebende Repräsentanten unserer Sterrula, welche die unterste Stelle der Blastodermiker einnehmen, betrachten wir in erster Linie den Trichoplax adhaerens von F. E. Schulze, dann die Dicyemiden und Orthonectiden. Bei ersterem ist der Lecithoblast sicherlich in Gallertgewebe umgewandelt worden, oder er wurde aufgelöst,

und Gallertgewebe trat an seine Stelle; bei letztern hat sich, vielleicht als irgend eine Folge ihrer parasitischen Lebensweise, der Lecithoblast unverändert erhalten. Wir stellen aber den Trichoplax als ein freies, jedenfalls nicht durch Parasitismus irgendwie verändertes Wesen an die erste Stelle der lebenden Vertreter unserer Sterrula und nennen die ganze Gruppe die der Sterrozoen (Solid-Thiere).

Mit der Ausbildung eines Blindsackes vom Blastoderm aus wird ein besonderes, neues Organ für die Verdauung geschaffen, welche Function nun nicht mehr vom Blastoderm in toto besorgt wird. Ontogenetisch ist dieses Stadium repräsentiert durch die Enterula, speciell die Monenterula. Wir stellen alle lebenden Vertreter, welche einen Darmcanal vom Blastoderm aus an sich gebildet haben, als Enterozoen den Sterrozoen gegenüber, indem wir die bekannte Bezeichnung Lankester's acceptieren (35).

Die Enterozoen zerfallen wieder in die Monenteriker oder Coelenteraten und Dichenteriker, oder alle restierenden Metazoen zusammengenommen.

In der Eintheilung des Thierreiches, wie sie aus einer vergleichenden Betrachtung der Entwicklungsgeschichte sich uns aufdrängte, haben wir einige Gegensätze hervorgehoben, welche für eine Theilung des Ganzen in einzelne Hauptgruppen praktisch erschienen. Wir etablierten in erster Linie, Häckel folgend, die beiden Hauptgruppen der Protozoen und Metazoen; die letztern liessen wir wieder zerfallen in Ablastodermiker und Blastodermiker, und diese wieder in Sterrozoen und Enterozoen, worauf endlich die Enterozoen sich in Monenteriker und Dichenteriker spalteten. Wir verhehlen indessen nicht, dass uns vorkömmt, es habe eine solche Aufstellung von Gegensätzen lediglich praktischen, etwa mnemotechnischen Werth, aber keinen wissenschaftlichen. So hat die von Häckel geschaffene Gegenüberstellung von Protozoen und Metazoen zwar grossen Beifall und diesen von den ersten Kennern gefunden; aber doch stossen wir in Gegenbaur's Grundriss (11, pag. 72) 1878 auf die Aeusserung: „Protozoen und Metazoen sind nicht so ganz scharf geschiedene Abtheilungen. Bei den Protozoen sind nicht wenige aus einer Mehrzahl von Zellen zusammengesetzte bekannt. Es ist also mehr die Anordnung von Zellen in Schichten von bestimmtem functionellem Werthe, wodurch der metazoische Organismus characterisiert wird."

Wir haben ferner oben die Enterozoen als ganzes den Sterrozoen gegenübergestellt; aber auch dieser Gegensatz ist nicht stark gefestigt. Unter den Sterrozoen zeigt Trichoplax adhaerens seine Kriechfläche mit höherem Epithel besetzt und hat somit die Keimblätter, das Ektoderm auf seiner Dorsal- und das Entoderm auf seiner Ventralfläche schon angedeutet. Würde die Kriechfläche zum Becher sich zusammenwölben, und würde das Thier diese Form dauernd bewahren, so hätten wir ein Enterozoon, einen Monenteriker, vor uns, wie die Coelenteraten es sind.

Das Auftreten des Stomodaeums denken wir uns dadurch eingeleitet, dass am Leibe eines Cnidariers eine Knospe entstand, welche dauernd am Mutterthiere verharrte und als Mundöffnung und Vorderdarm zu functionieren begann. Die Mundöffnung des

Mutterthieres dagegen schloss sich, und dessen Gastralhöhle wurde zum Verdauungsraum, dem Mesenteron. Erst später bildete sich ein After. Ein solches Thier nahm kriechende Lebensweise an, die Mundknospe nach vorn gerichtet.

Dass die Dichenteriker aus Cnidariern hervorgegangen sind, beweisen die Untersuchungen von Kleinenberg, welcher an den Larven der Polychaeten medusoide Merkmale bis in's einzelne fand, wie eine Umbrella mit Ringnerv, Ringmuskel, medusoiden Sinnesorganen und anderes mehr. Die Dichenteriker repräsentieren also nach unserer Auffassung einen Cormus von zwei monenterischen Personen, deren eine (die primäre) die Verdauung, die andere (die secundäre) die Nahrungszufuhr übernahm. Die Bewegung dieses „Urdichenterikers" stellen wir uns als eine kriechende vor, eine Annahme, die uns wenig Schwierigkeiten bereiten wird, wenn wir uns erinnern, dass sogar schon einige Ctenophoren sich diese Bewegungsweise angewöhnt haben (Pancerina singularis, Ch. nach Claus Lehrb.; Coeloplana Metschnikowii, Kowalevsky, 33; Ctenoplana Kowalevskii, Korotneff, 30). Unsere Gruppe der Dichenteriker deckt sich übrigens inhaltlich mit Häckel's Bilaterien.

Mit dem Sammelbegriff der Dichenterula-Larve ist die Trochophora Hatschek's nicht aufgehoben; nur glauben wir, dass noch mehrere solcher Formen zu unterscheiden sind je nach der Ausbildung des Nervensystems und der Excretionsorgane. Mit anderen Worten: die Dichenterula gliedert sich in mehrere einzelne Larvengestalten, von denen die Trochophora eine einzige ist. Auf eine weitere Besprechung dieser Verhältnisse können wir uns an dieser Stelle nicht einlassen.

Mit der Aufdeckung von Uebergängen sind die Gegensätze ausgeglichen, und so werden wir förmlich inductiv genöthigt, an Stelle von Gegenüberstellungen die lineare Reihenfolge: Protozoen, Morozoen, Sterrozoen, Monenteriker, Dichenteriker zu setzen und müssen überdies einräumen, dass auch diese Bezeichnungen nur bestimmten, in's Auge gefassten Stationen gelten, desshalb von vorwiegend praktischem Interesse und so wahrscheinlich auch blos temporärem Werthe sind. Die Aufstellung neuer Namen schwebte uns auch nicht als ein Ziel vor, sondern die Beantwortung der Frage, ob eine Einigung der vergleichend-anatomischen und vergleichend-embryologischen Thatsachen möglich sei, oder nicht. Wir glauben nun, sie bejahen zu dürfen, und wir schätzen uns glücklich, dass wir in keinem wichtigen Punkte die bestehende, in erster Linie durch die vergleichende Anatomie herangewachsene Anordnung der Thiergruppen zu verändern uns genöthigt sahen.

Huxley homologisierte bekanntlich die Keimblätter der Vertebraten den definitiven Körperschichten der Cnidarier (24), womit sich unsere Ergebnisse vollkommen decken. Später schloss er sich der Gastraeatheorie Häckel's an (26, pag. 50). Im Jahre 1875 stellte er (25, pag. 53) die Monostomen und Deuterostomen auf, indem er unter die Monostomen Formen rechnete, bei welchen der Gastrulamund zum definitiven werde, zu den Deuterostomen jene, bei denen derselbe sich schliesse und ein neuer Mund gebildet werde. Zu

den Monostomen oder, wie er sie auch nannte, Archaeostomen stellte er eine bunte Gesellschaft, nämlich die Coelenteraten, Turbellarien, Nematoden, Trematoden, Hirudineen, Oligochaeten, Rotiferen und Gephyreen. Wir brauchen wohl kaum noch zu betonen, dass unsere Monenteriker und Dichenteriker etwas ganz anderes sind, als Huxley's Monostomen und Deuterostomen.

Das innere Blatt der Gastrula entspricht nach unserer Ueberzeugung dem Dotter, das äussere Blatt dem Blastoderm des Vogeleies, welches als das erste und damit eigentlich classisch gewordene Untersuchungsobject begreiflicher Weise den Ausgangspunkt für die Vergleichung der Keimblätter im ganzen Thierreich gebildet hatte.

Der Umstand, dass bei der Gastrula der Lecithoblast als einschichtige Zellenplatte auftritt, war ohne Zweifel das Haupthinderniss für die Erkenntniss seiner Identität mit dem Dotterkörper der Vertebraten; und doch sind wahrlich die Unterschiede nur quantitativer Art. Ob wir eine oder zwei Zellenschichten haben, ist so gleichgiltig, als ob wir zwanzig hätten; ja noch mehr, es giebt Fälle, wo der Lecithoblast gar nicht in Theilzellen zerfällt und entweder für immer (Dicyemiden, Cunoctantha parasitica) oder doch längere Zeit (Teredo) eine einzige Zelle bleibt; oder er besteht sehr lange Zeit nur aus zwei oder drei Zellen (z. B. Nephelis); oder er wird zu einer einschichtigen Platte (Gastrula), oder mehrschichtig (z. B. holoblastische Vertebraten) oder endlich vielschichtig (Meroblastier). Qualitative Unterschiede existieren hier nicht.

Es scheint die Auffassung zu bestehen, dass in Folge des Niederschlages von Dottersecret in den Lecithoblast- oder Gastrula-Entodermzellen die Berechtigung erwachse, dieselben in zwei qualitativ verschiedene Theile zu spalten, welche sich in der Folge von einander trennten als Entoderm und Nahrungsdotter; man dachte sich, dass das erstere sich von dem ihm eingelagerten Nährmaterial gewissermaassen wegziehe und endlich wie ein Eierbecher über der nun natürlich todten Nährmasse, dem Eidotter, ausgebreitet sei. Die äussere Schicht des Bechers wäre dann das Ektoderm, die innere das Entoderm, das ganze Gebilde die Gastrula.

Diese Ansicht hat von vornherein künstlichen Character, weil sie die allmähligen Uebergänge vom dotterarmen zum dotterreichen Gewebe nicht berücksichtigt; weil ferner durch dieselbe nächst verwandte Formen scharf von einander getrennt werden, und endlich fällt sie dahin mit dem nun sicher erbrachten Nachweise, dass der Dotter auch der dotterreichsten Eier, anstatt Hand in Hand mit der Entstehung des Entoderms zellenlos zu werden, sich im Gegentheil zu einem kern- und zellenreichen Gewebe differenziert, welches durch lebhaftes Wachsthum die wunderlichsten Formveränderungen eingeht. Eine Ausnahme von dieser Regel, eine caenogenetische Abänderung bieten vielleicht einige Knochenfische, worauf wir hiemit hinweisen.

Eine grosse Verführung, die innere Schicht der Gastrula dem Darmblatt der höheren Vertebraten gleichzustellen, lag darin, dass dasselbe in die äussere sich einschlägt, wodurch eben die becherförmige, als Gastrula bezeichnete Keimform erreicht wird; doch

wurde in den schematischen Abbildungen von Gastrulaformen dieser Umstand vielfach übertrieben. Solche Gastrulabilder, wie sie beständig in den Lehrbüchern eine Rolle spielen, entsprechen wohl niemals ganz der Natur. Die Invaginationshöhle ist in der Regel viel zu tief gezeichnet. Der eine von uns erinnert sich wohl, wie die Gastrula der Bithynia, als ganzes unter dem Mikroskop betrachtet, eine auffallend tiefe Höhlung zu besitzen schien. Reale Schnitte aber ergaben ganz andere Bilder, indem die innere Schicht nun nur als ein leicht einwärts geschlagener Kuchen sich darstellte. Um einen Autor zu nennen, dessen Exactheit des arbeitens jeder Zoologe bewundert, weisen wir auf F. E. Schulze hin, dessen erste (seine Pseudo-) Gastrula von Sycandra raphanus als optischer Schnitt gezeichnet einen tiefen Becher darstellte, ein Bild, wie es der Autor selbst später nicht mehr anerkennen wollte. Bringt man noch des weiteren in Anschlag, dass zweifellos sehr oft die Mesenteralinvagination als Gastrula beschrieben wurde, nach unserer Ueberzeugung regelmässig bei den Echinodermen, Arthropoden und Vertebraten, so wird schon von diesem Gesichtspunkte aus eine Revision des Gastrulabegriffes dringend nothwendig.

Nach unserer Auffassung ist die Gastrula weiter nichts als eine Form der Ueberwachsung des Lecithoblasts durch das Blastoderm. Kowalevsky sagt schon im Jahre 1872 (31, pag. 28): „Die Umwachsung der grossen Zellen des Darmdrüsenblattes (unseres Lecithoblasts) bei Euaxes und die Einstülpung bei den Lumbricinen sind nur als verschiedene Extreme, als Stufen eines und desselben Processes anzusehen. Die Einstülpung ist doch nur dann möglich, wenn die Zellen der oberen Hälfte sich stark vermehren und einen grösseren Raum bedecken, und die sich einstülpenden wenig oder gar nicht sich vermehren.“ Wir fügen wiederholend hinzu, dass man bei Sycandra raphanus geradezu den ersten, schliesslich nicht gelingenden Versuch zur Umhüllung des Lecithoblasts durch das Blastoderm vermittelst der Invagination vor sich sieht. Wir halten also im ganzen sowohl die ursprünglichere und häufigere Epibletula, als auch die Gastrula für unwesentliche Modificationen eines und desselben Vorganges und als phylogenetische Vorfahrenformen nicht von Bedeutung. Eine Consequenz dieses Standpunktes ist es, wenn wir keine Thiergruppe als Gastraeaden anerkennen können. Es ist auch sehr verschiedenes unter diesem Begriffe schon vereinigt worden, Thiere mit Gastralraum (die Gastraeaden Häckel's) und solche, welche desselben entbehren (die Dicyemiden und Orthonectiden nach dem Vorgange E. van Beneden's). Ohne dieses Widerspruchs gewahr zu werden, behält Lang in seinem neuen Lehrbuche (34) diese so verschieden gebauten Geschöpfe unter der Collectivbezeichnung Gastraeaden beisammen, und die Verwirrung muss sich noch steigern, wenn in demselben Bande von der den Cnidariern, also den Enterozoen untergeordneten Hydra zu lesen steht (pag. 72): „Ein Hydroidpolyp (Typus Hydra) ist eine schlauchförmige Gastrula, die mit dem aboralen Pole festsitzt und im Umkreis des Mundes hohle Tentakel als Ausstülpung der Leibeswand besitzt.“

Wir halten die Gastraeaden Häckel's (seine Physemarien, 16) für Enterozoen; ihre Stellung wird durch die für jetzt noch ausstehende Entwicklungsgeschichte einst fest-

gestellt werden. Die Dicyemiden, Orthonectiden und Trichoplax sind dagegen, wie auseinandergesetzt, nach unserer Auffassung als Sterrozoen zu bezeichnen.

Häckel erklärt (15, pag. 73): „Die Dicyemiden verloren durch Anpassung an parasitische Lebensweise ihren Urdarm und Urmund;“ die Entwicklungsgeschichte aber erweist, dass sie nie einen Urdarm besassen, und dies ist für uns bindend; denn die Ontogenie liess uns auch in schweren Fällen, wie z. B. bei der Entoconcha, nicht im Stiche.

Wir stimmen mit Waldeyer (53) in dem Punkte überein, dass man durch das ganze Thierreich inäquale Furchung hat. Ueberall finden wir einen Gegensatz von Makromeren und Mikromeren, von Lecithoblast und Blastoderm; doch ist dieser Unterschied, wie wir schon bei der Besprechung der Säugethierentwicklung hervorgehoben haben, nicht ausschliesslich in der Grösse der verglichenen Elemente zu suchen. Das Blastoderm verhält sich zum Lecithoblasten wie eine zweite Generation. Wir möchten mit dem Worte äquale Furchung den Begriff von gleichwerthiger Furchung verbinden im Gegensatz zur ungleichwerthigen oder inäqualen Furchung. Aequale oder gleichwerthige Furchung haben wir nur so lange, als noch keine Blastodermzellen geliefert sind; das Product der äqualen Furchung ist die Morula.

Häckel widersprach Waldeyer sicher mit Unrecht (17, pag 252); hatte er doch schon 1875 eingeräumt, dass in seiner hypothetischen Archiblastula, in welcher die vegetative Halbkugel morphologisch aus gleichen Elementen zusammengesetzt sei, wie die animale, physiologisch doch schon „ein höchst bedeutungsvoller, fundamentaler Gegensatz“ zwischen den beiden Keimschichten vorhanden sei, der nur erst etwas später morphologisch offenbar werde (14, pag. 423).

Ein amöbenartiges Protozoon war wohl der Ausgangspunkt für die ganze Metazoenreihe; und diesem entspricht die Eizelle, welche ja bei vielen niederen Metazoen uns völlig das Bild der kriechenden Amöbe gewährt. Bei den Blastodermthieren wird diese Mutteramöbe als Lecithoblast zur Ernährerin, zur Amme der Tochterknospen, der Blastodermzellen, und von diesem Gesichtspunkte aus könnte man, wenn man wollte, Lecithoblast und Blastoderm auch Archaeoblast und Caenoblast nennen.

Häckel sieht ebenfalls in der Amöbe den Ausgangspunkt. Er schreibt: „Wir können phylogenetisch die Amöbe als die gemeinsame, der ontogenetischen Cytula entsprechende einzellige Stammform aller Metazoen betrachten.“ (14, pag. 487.) —

Die Ansicht von den Keimschichten, wie sie in der nun beendigten Auseinandersetzung niedergelegt ist, wurde in ihren Grundzügen schon vor ein paar Jahren von uns beiden ausgesprochen. In der Arbeit des einen von uns über die Entwicklungsgeschichte der Bithynia tentaculata stehen folgende Worte (44, pag. 64): „In grosser Verlegenheit befinde ich mich in Hinsicht auf das Entoderm. Die Erfahrung, dass das als Entoderm bezeichnete Blatt bei der Gastrula der Bithynia gar nicht dem Darme den Ursprung giebt, liess mich auf den Verdacht fallen, dass das bei der Gastrula allgemein Entoderm genannte Blatt gar nicht dem beim Hühnchen so genannten Blatte entspreche. Zwar lag es nahe, an

eine solche Gleichstellung zu denken, solange man glaubte, dass die Gastrulahöhle ein Darm sei, und dass dieser in den definitiven übergehe. Da sich aber zeigt, dass diese Höhlung auch durch einen mächtigen Nahrungsdotter vertreten sein kann, der durch Knospung sich mit einer Hülle von kleinen Zellen umgiebt; da sich ferner bei der Bithynia ergab, dass die Gastruladarmzellen gar nicht zum Darm werden, sondern zur Leber, so musste der Gedanke gerechtfertigt erscheinen, ob nicht am Ende die Zellen, welche die Gastrulahöhle auskleiden, dem Dotter des Hühnereies entsprächen, und das bis jetzt sogenannte Ektoderm dem Blastoderm des Hühnereies, das sich bei dem letztern dann in vier Blätter spaltet, welche Spaltung aber beim Blastoderm des Schneckeneies unterbliebe.

Ich bin weit davon entfernt, diese Vermuthung zur Behauptung erheben zu wollen; denn mir mangeln schlagende Beweise, und der Behauptungen, dass der Gastrulamund in den definitiven übergehe, sind noch viel zu viel; aber mir scheint, dass verschiedene Entwicklungsvorgänge ausser bei Mollusken auch bei Insecten z. B. u. a. m. leichter verständlich würden, wenn sich zeigen sollte, dass die bis jetzt mit Entoderm bezeichnete Zellschicht den das Blastoderm liefernden Dotter repräsentiert, der dann vom Blastoderm, sei es durch Embolie oder durch Epibolie umschlossen würde. Was aus dem Nahrungsdotter dann jeweilig würde, wäre verschieden; bei einigen die Leber, bei andern vielleicht auch etwas Darm, bei wieder andern gar nichts. Der Gegensatz der Blätterbildung durch Invagination und Delamination würde dann verschwinden; wir hätten eben überall Delamination in quantitativen Unterschieden."

Im folgenden Jahre führte der andere von uns aus, dass der Dotter des Eidechseneies den grossen Furchungskugeln, also den Makromeren wirbelloser Thiere entspreche und homologisierte die von ihm bei Reptilien vorgefundenen Verhältnisse denen verschiedener Wirbelloser, wie Leptoplana, Anodonta, Araneinen, Oniscus, sowie den Arthropoden überhaupt und schrieb folgendes (43, pag. 211): „Zieht man die Parallele zwischen dem Eidechsenei und den Eiern der genannten Wirbellosen weiter, so ergiebt sich, dass den grossen Furchungskugeln, die ich bei diesen erwähnt habe, der Dotter des Eidechseneies entspricht; das Blastoderm der Reptilien hingegen würde jenen kleinen Zellen gleichzustellen sein, welche bei jenen Wirbellosen durch Knospung aus den nahrungsreichen grossen Segmenten ihren Ursprung nehmen. Diese Schicht kleiner Zellen bildet bei den Wirbellosen das Ektoderm der Gastrula; die grossen innern Kugeln ergeben das Entoderm derselben. Ganz gleich würde beim meroblastischen Vertebratenei der Dotter als Gastrula-Entoderm anzusprechen sein." Er fügte zwei Schemata bei zur Erläuterung der vorgetragenen Ansicht. Wir merken übrigens an, dass nach unserer jetzigen Ansicht beim Meroblastier eine Gastrula überhaupt fehlt, indem der Keim im besprochenen Stadium eine Epibletula oder Blastula darstellt; doch schien dazumal in erster Linie eine Auseinandersetzung mit dem Gastrulabegriff wichtig.

Zwei Jahre darauf schrieb Rückert (41, pag. 28): „Das meroblastische Ei der Selachier besitzt in diesem Stadium (der Blastodermbildung) einen höchst einfachen, principiell von

einem holoblastischen Ei im Stadium der Blastula nicht verschiedenen Bau; es stellt eine Blase dar, deren Dach von der Anlage des Ektoblast, deren Boden von der des Entoblast gebildet ist etc.".

Ihm folgend spricht sich in gleicher Weise neuerdings Lang (34) aus: „Wir sehen, dass in der Entwicklung der meroblastischen telolecithalen Eier durch die ungeheure Ausbildung des Nahrungsdotters die Gastrulaform ausserordentlich undeutlich wird. Die Mikromerenhaube stellt das Ektoderm dar, der Dotter mit den Merocyten (Rückert) das Entoderm und einen Theil des Mesoderms. Will man nach einem Blastoporus suchen, so kann ihm nur der von der Ektodermhaube unbedeckte Theil des Keimes entsprechen, an dem der Nahrungsdotter frei zu Tage tritt. Die Ränder des Blastoporus fallen mit den Rändern der Ektodermhaube zusammen. Die Gastrulabildung geschieht durch Epibolie."

Mit diesen Aussprüchen ist aber schon der erste Schritt nach unserer Auffassung hin gethan, welchem, wie wir überzeugt sind, bald weitere folgen werden.

Die Basis unserer Anschauung ist nun aber ganz kurz, mit Umgehung aller Ausführungen, in folgenden Thesen zusammenzufassen:

1. Es muss in der Entwicklungsgeschichte der Thiere noch ein weiterer Keim unterschieden werden, welcher dem Blastoderm als ganzes gleichwerthig ist, der Lecithoblast.
2. Die Gastrula besteht aus zwei Schichten, von denen die innere der Lecithoblast, die äussere das Blastoderm ist. Die durch Häckel begründete Theorie, dass das innere Blatt der Gastrula dem Entoderm, das äussere dem Ektoderm des Hühnchens entspreche, ist nicht richtig.
3. Sind die eben ausgesprochenen Sätze wahr, so ist nunmehr das Fundament für eine vergleichende Entwicklungsgeschichte des Thierreiches gelegt.

# Erklärung der Anhangstafel zu Abschnitt 2.

Vorbemerkung: Mit gelb ist überall der aus den Makromeren hervorgegangene Lecithoblast bezeichnet. Roth bemalt ist das aus den Mikromeren entstandene Blastoderm, inclusive der von ihm aus gebildeten Darmtheile (Mesenteron, Stomodaeum) und der vom Lecithoblasten noch nachträglich gelieferten Entodermelemente (vergl. Seite 121). Die Farben geben unsere eigene Auffassung der Verhältnisse wieder; über die Ansichten der Autoren selbst vergleiche man den Text oder die Originalarbeiten. Die hier gewählten Bilder copieren nur die Umrisse der Originale.

Fig. 1. Schwimmende Blastula von Sycandra raphanus, aus: F. E. Schulze, 46, tab. XVIII, Fig. 1 (Seite 113).

Fig. 2. Kriechende Blastula von Cunoctantha parasitica, aus: E. Metschnikoff, 38, tab. XXVIII, Fig. 7 (Seite 120).

Fig. 3. Sterrula von Geryonia fungiformis; Abknospung von Blastodermzellen, aus: H. Fol, 10, tab. XXIV, Fig. 13 (Seite 118).

Fig. 4. Monenterula von Eucharis multicornis, aus: C. Chun, 9, tab. VII, Fig. 10 (Seite 120); *mi* Mesenteralinvagination.

Figg. 5—9. Verschiedene Stadien von Bithynia tentaculata aus: P. Sarasin, 44 (Seite 127).

Fig. 5. Blastula, l. c. tab. I, Fig. 21.

Fig. 6. Gastrula, l. c. tab. I, Fig. 22.

Fig. 7. Sterrula, l. c. tab. I, Fig. 23.

Fig. 8. Monenterula, l. c. tab. I, Fig. 25; *mi* Mesenteralinvagination.

Fig. 9. Schnitt durch Leber und Darm eines älteren Embryos, l. c. tab. VI, Fig. 103.

Fig. 10. Epibletula von Teredo, aus: B. Hatschek, 20, tab. I, Fig. 9 A (Seite 127).

Fig. 11. Schnitt durch eine Larve von Teredo, aus: B. Hatschek, 20, tab. III, Fig. 32 (Seite 128).

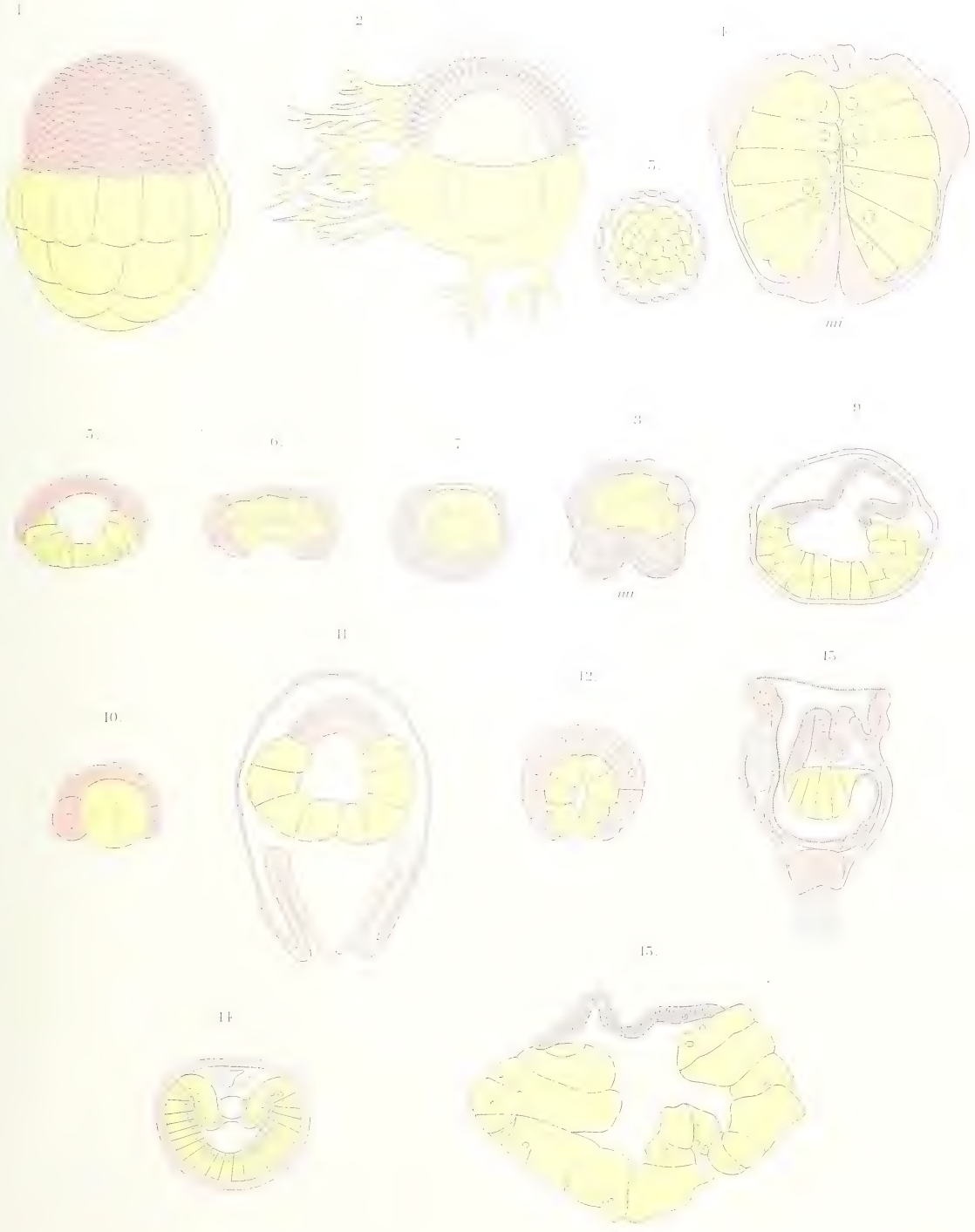
Fig. 12. Gastrula von Pedicellina echinata, aus: B. Hatschek, 18, tab. XXVIII, Fig. 12 (Seite 128).

Fig. 13. Larve von Pedicellina echinata; der Lecithoblast hängt als Leber am Darmepithel, aus: B. Hatschek, 18, tab. XXIX, Fig. 22 (Seite 128).

Fig. 14. Schnitt durch eine Larve von Amphioxus; hypothetische Deutung des Verhältnisses vom Lecithoblast zum Entoderm, aus: A. Kowalevsky, 32, tab. XV, Fig. 12 (Seite 129).

Fig. 15. Copie unserer Figur 9, Tafel XIII, zum speciellen Vergleich mit den Figuren 9, 11 und 14 der Anhangstafel.

# Anhangstafel
## zu
## Abschnitt 2.



# Literaturverzeichniss.

Zu Abschnitt 2.


1. **Agassiz, A.,** North American Starfishes, Memoirs Mus. Comp. Zool. Harvard College, 5, 1877.
2. **Baer, K. E. v.,** Ueber Entwicklungsgeschichte der Thiere. Beobachtung und Reflexion. Königsberg, 1828.
3. **Balfour, F.,** Lehrbuch der vergleichenden Embryologie, übersetzt von B. Vetter, 1880.
4. **Beneden, E. van,** La maturation de l'oeuf, la fécondation, et les premières phases du développement embryonnaire des Mammifères, d'après des recherches faites chez le lapin, communication préliminaire. Bull. de l'acad. Roy. de Belgique, (2), 40, 1875.
5. **Beneden, E. van,** Recherches sur les Dicyémides, survivants actuels d'un embranchement des Mésozoaires. Bull. de l'acad. Roy. de Belgique, (2), 41 und 42, 1876.
6. **Bergh, R. S.,** Die Metamorphose von Aulastoma gulo, Arb. Zool. Zoot. Inst. Würzburg, 7, 1885.
7. **Bobretzky, N.,** Ueber die Bildung des Blastoderms und der Keimblätter bei den Insecten, Zeitschr. f. wiss. Zool., 31, 1878.
8. **Bütschli, O.,** Entwicklungsgeschichtliche Beiträge, Zeitschr. f. wiss. Zool., 29, 1877.
9. **Chun, C.,** Die Ctenophoren des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeres-Abschnitte. Eine Monographie, in: Fauna und Flora des Golfes von Neapel, 1, 1880.
10. **Fol, H.,** Die erste Entwicklung des Geryonideneies, Jen. Zeitschr. f. Nat., 7, 1873.
11. **Gegenbaur, C.,** Grundriss der vergleichenden Anatomie, zweite Auflage, 1878.
12. **Gegenbaur, C.,** Ueber Caenogenese, Anatom. Anz., 3, 1888.
13. **Haeckel, E.,** Die Gastraeatheorie, die phylogenetische Classification des Thierreichs und die Homologie der Keimblätter, Jen. Zeitschr. f. Naturw., 8, 1874.
14. **Haeckel, E.,** Die Gastrula und die Eifurchung der Thiere, Jen. Zeitschr. f. Nat., 9, 1875.
15. **Haeckel, E.,** Nachträge zur Gastraea-Theorie, Jen. Zeitschr. f. Nat., 11, 1877.
16. **Haeckel, E.,** Die Physemarien (Haliphysema und Gastrophysema), Gastraeaden der Gegenwart, Jen. Zeitschr. f. Nat., 11, 1877.
17. **Haeckel, E.,** Ursprung und Entwicklung der thierischen Gewebe, Jen. Zeitschr. f. Nat., 18, 1885.
18. **Hatschek, B.,** Embryonalentwicklung und Knospung der Pedicellina echinata, Zeitschr. f. wiss. Zool., 29, 1877.
19. **Hatschek, B.,** Studien über Entwicklungsgeschichte der Anneliden. Ein Beitrag zur Morphologie der Bilaterien, Arb. zool. Inst. Wien, 1, 1878.
20. **Hatschek, B.,** Ueber Entwicklungsgeschichte von Teredo. Arb. zool. Inst. Wien, 3, 1880.
21. **Heider, K.,** Zur Metamorphose der Oscarella lobularis, O. Schm., Arb. zool. Inst. Wien, 6, 1886.
22. **Hensen, V.,** Bemerkungen, betreffend die Mittheilungen von Selenka und Kupffer über die Entwicklung der Mäuse, Arch. f. Anat. und Physiol., Anat. Abth., 1883.
23. **His, W.,** Unsere Körperform und das physiologische Problem ihrer Entstehung, Leipzig, 1874.
24. **Huxley, Th. H.,** On the anatomy and the affinities of the Medusae, Philos. Trans., 1849; citiert nach Haeckel.
25. **Huxley, Th. H.,** On the classification of the Animal Kingdom, Quart. Journ. Microsc. Sc., 15, new series, 1875.
26. **Huxley, Th. H.,** A manual of the anatomy of invertebrated animals, London, 1877.
27. **Keller, C.,** Studien über Organisation und Entwicklung der Chalineen, Zeitschr. f. wiss. Zool., 33, 1880.
28. **Kleinenberg, N.,** Die Entstehung des Annelids aus der Larve von Lopadorhynchus. Nebst Bemerkungen über die Entwicklung anderer Polychaeten, Zeitschr. f. wiss. Zool., 44, 1886.
29. **Korotneff, A.,** Die Embryologie der Gryllotalpa, Zeitschr. f. wiss. Zool., 41, 1885.

30. **Korotneff, A.,** Ctenoplana Kowalevskii, Zeitschr. f. wiss. Zool., 43, 1886.

31. **Kowalevsky, A.,** Embryologische Studien an Würmern und Arthropoden, Mém. Acad. Impér. Sc. St. Pétersbourg, (7), 16, 1871.

32. **Kowalevsky, A.,** Weitere Studien über die Entwicklungsgeschichte des Amphioxus lanceolatus, nebst einem Beitrage zur Homologie des Nervensystems der Würmer und Wirbelthiere, Arch. f. mikr. Anat., 13, 1877.

33. **Kowalevsky, A.,** Coeloplana Metschnikowii, Zool. Anz., 3, 1880, pag. 140.

34. **Lang, A.,** Lehrbuch der vergleichenden Anatomie, Jena, 1888.

35. **Lankester, E. R.,** Notes on the embryology and classification of the Animal Kingdom: comprising a revision of speculations relative to the origin and significance of the germ-layers, Quart. Journ. micr. Sc., 17, new series, 1877.

36. **Leuckart, R.,** Die menschlichen Parasiten und die von ihnen herrührenden Krankheiten, I, 1863.

37. **Ludwig, H.,** Entwicklungsgeschichte der Asterina gibbosa, Zeitschr. f. wiss. Zool., 37, 1882.

38. **Metschnikoff, E.,** Vergleichend-embryologische Studien, Zeitschr. f. wiss. Zool., 36, 1882.

39. **Müller, F.,** Für Darwin, Leipzig, 1864.

40. **Reichenbach, H.,** Die Embryonalanlage und erste Entwicklung des Flusskrebses, Zeitschr. f. wiss. Zool., 29, 1877.

41. **Rückert, J.,** Zur Keimblattbildung bei Selachiern. Ein Beitrag zur Lehre vom Parablast, München, 1885.

42. **Salensky, W.,** Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Brachionus urceolaris, Zeitschr. f. wiss. Zool., 22, 1872.

43. **Sarasin, F.,** Reifung und Furchung des Reptilieneies, Arb. zool. Inst. Würzburg, 6, 1883.

44. **Sarasin, P.,** Entwicklungsgeschichte der Bithynia tentaculata, Arb. zool. Inst. Würzburg, 6, 1883.

45. **Schulze, F. E.,** Ueber den Bau und die Entwicklung von Sycandra raphanus, Haeckel, Zeitschr. für wiss. Zool., 25, Suppl. bd., 1875.

46. **Schulze, F. E.,** Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Fünfte Mittheilung. Die Metamorphose von Sycandra raphanus, Zeitschr. f. wiss. Zool., 31, 1878.

47. **Schulze, F. E.,** Trichoplax adhaerens, nov. gen. nov. sp., Zool. Anz., 6, 1883.

48. **Seeliger, O.,** Die Entwicklungsgeschichte der socialen Ascidien, Jen. Zeitschr. f. Naturw., 18, 1885.

49. **Selenka, E.,** Die Anlage der Keimblätter bei Purpura lapillus, Niederl. Arch. f. Zool., 1, 1871—73.

50. **Selenka, E.,** Keimblätter und Organanlage der Echiniden, Zeitschr. f. wiss. Zool., 33, 1880.

51. **Selenka, E.,** Der embryonale Excretionsapparat des kiemenlosen Hylodes martinicensis, Sitz. Ber. der k. preuss. Akad. Wiss. Berlin, 1882.

52. **Spengel, J. W.,** Beiträge zur Kenntniss der Gephyreen, I, Mitth. zool. Stat. Neapel, 1, 1879.

53. **Waldeyer, W.,** Archiblast und Parablast, Arch. f. mikr. Anat., 22, 1883.

54. **Whitman, Ch. O.,** The embryology of Clepsine, Quart. Journ. micr. Sc., 18, new series, 1878.

# DER ENDDARM DER EMBRYONEN.

HIERZU TAFEL XIV.

Anhangsweise noch einige Worte über eigenthümliche Structurverhältnisse, die uns am Enddarm älterer Embryonen aufgefallen sind. An solchen, welche ungefähr im Stadium der Fig. 1 (Tafel XII) oder etwas jünger waren, wo also die Kiemenfedern schon eine bedeutende Entwicklung erreicht haben und die Seitenorgane wohl erkennbar sind, zeigten Längsschnitte durch Cloake und Enddarm folgendes (Fig. 11): Der Enddarm (ed) gabelte sich, bevor er die Cloake (cl) erreichte, in zwei Aeste ($ed_1$ und $ed_2$), welche durch einen bindegewebigen Streifen ($f_1$) von einander getrennt waren. Den oberen Ast ($ed_1$) konnte man ohne Schwierigkeit bis zur Cloake verfolgen, die bereits durch einen weiten Anus (a) nach aussen sich öffnete, den unteren Ast ($ed_2$) sah man mit der Harnblase (hb) in Verbindung treten.

Höchst auffallend erschien nun, dass sowohl das Lumen des Enddarmes, als das seiner beiden Zweige, kein offenes war, sondern vielfache Unterbrechungen zeigte (Figg. 10, 11, 12, 17). Vom Darmepithel gehen nämlich zahlreiche Scheidewände ab, und so erhält man statt eines einzigen Hohlraumes Reihen scharf umschriebener, meist rundlicher Lücken, welche gegen die Cloake hin kleiner und kleiner werden. Die trennenden Brücken sind alle nur vom Darmepithel gebildet; das umgebende Bindegewebe hat keinen Theil daran. Die Hohlräume selber sind in der Regel nicht leer, sondern enthalten eine etwa wie Hollundermark aussehende Masse, die sich als Rest zu Grunde gegangener Zellen, als Gerüst leerer Zellenhäute ausweist (siehe Fig. 13).

Spannend mussten Querschnitte durch den gegabelten Darmtheil sein. Sie ergaben (Fig. 13), dass eine völlige Theilung des Darmes, wie sie auf Längsschnitten sich wahrscheinlich gemacht hatte, in Wirklichkeit nicht vorhanden war. Der bindegewebige Streif ($f_1$), der in Fig. 11 die zwei Darmäste trennt, erwies sich als eine mächtige Bindegewebsfalte (Fig. 13, $f_1$), die so weit in den Darm vorspringt, dass die beiden Reihen von Lücken oder Blasen nur stellenweise durch feine Canälchen um diese Falte herum mit einander in Verbindung treten können.

In der Regel nimmt man, namentlich an dem nicht durch eine Falte eingeengten Enddarmabschnitt (ed), eine alternierende Stellung der Blasen in dem Sinne wahr, dass ein Querschnitt, der oben eine Blase getroffen, unten auf eine Scheidewand stösst. So sieht man z. B. auf Fig. 15 oben ein Lumen, unten eine Scheidewand; in den nächsten Schnitten würde sich dieses Verhältniss umkehren und so fort. Man könnte somit sagen, wenn wirklich, wie es aus Querschnitten stellenweise sicher hervorgeht, die Blasen alle mit einander in Verbindung stehen, dass das Darmlumen hier wellenförmig verlaufe; auf Längsschnitten schienen die Hohlräume von einander unabhängig zu sein.

Eine kurze Strecke oralwärts von dem in Fig. 11 dargestellten Endabschnitt (ed) des Darmes hören die Septen auf, und der Darm gewinnt ein klares und regelmässiges Lumen.

Dieses sonderbare Verhalten des Enddarmes findet sich bei allen Embryonen desselben Alters in gleicher Ausbildung wieder; auch bleibt es während langer Zeit bestehen; ja im ganzen zeigen weiter entwickelte Embryonen (z. B. solche des Stadiums 4, Tafel XII) diese Verhältnisse noch schöner und klarer. Von einem Embryo dieses Alters stammt der Längschnitt der Figur 14, welche gerade die Stelle wiedergiebt, wo der obere Darmast ($ed_1$) mit der Cloake, der untere ($ed_2$) mit der Harnblase (hb) sich vereint. Sehr klar treten die rundlichen Hohlräume im Darmepithel hervor, und man sieht hier auch, wie dieselben von einer regelmässigen Epithellage umschlossen werden. Harnblase und unterer Darmabschnitt vereinigen sich zu einem gemeinsamen Gange (dhg), welcher eine kurze Strecke weit afterwärts zu verfolgen ist und sich dann in einem Gewebe verliert, das später der Resorption anheimfallen wird. An demselben Bilde erkennt man auch wieder auf's klarste, dass die scheinbare Gabelung des Darmes nur durch einen einspringenden Bindegewebswulst hervorgerufen wird, indem die Ringmuscularis (mm) um den ganzen Darm und nicht um die Theilzweige herumzieht.

Querschnitte, in der Richtung $x—x_1$ gelegt, zeigen (Fig. 16), dass zur ursprünglichen Falte ($f_1$) eine zweite ($f_2$) hinzugekommen ist, so dass der Darmquerschnitt nun die Form einer lateinischen I erhalten hat; man bemerkt auch die Blasenreihen, welche durch den senkrechten mittleren Schenkel von Strecke zu Strecke mit einander in Verbindung treten.

Bei Embryonen des Stadiums 5 (Taf. XII), die dem Ausschlüpfen nahe, sind die Scheidewände zwischen den Blasen sämmtlich durch Resorption verschwunden, so dass das Lumen des Darmes nun gänzlich frei geworden ist; zugleich hat auch die Cloake an Ausdehnung bedeutend gewonnen. In der Form des Enddarm- und des Cloakenlumens aber tritt noch deutlich die Entstehung aus früheren complicierteren Verhältnissen zu Tage. Figur 18 zeigt einen Querschnitt durch die Cloake an der Stelle, wo die Urnierengänge (un) eintreten. Die oberen Ausbuchtungen, welche die beiden Gänge aufnehmen, entsprechen, wie ein Vergleich mit Figur 16 lehrt dem früheren oberen Enddarmschenkel ($ed_1$), die mittleren dem unteren ($ed_2$), und die unterste Erweiterung der Harnblase (hb). Ein sehr ähnliches Bild gab His (8) vom Hühnerembryo (pg. 160).

Ganz in der Nähe der Afteröffnung lässt sich noch zu dieser Zeit in der Cloake ein horizontales Septum von ungefähr einem halben Millimeter Länge verfolgen (Fig. 19, se), welches einen oberen Cloakentheil von einem unteren trennt. Die Stelle, wo die Scheidewand liegt, entspricht der Linie z—z, der Fig. 18. In noch späteren Perioden ist auch dieses Septum verschwunden.

Wir können nicht leugnen, dass die Hoffnungen, die uns anfangs bewogen haben, diesen sonderbaren Bildern im Enddarm unsere ganze Aufmerksamkeit zuzuwenden, nicht ganz in Erfüllung gegangen sind; denn als wir zum ersten Male auf Längsschnitten die Falten und Blasen zu Gesichte bekamen, glaubten wir in diesem Apparat nichts anderes als eine embryonale Wiederholung der Spiralklappe der Cyclostomen, Haie und Ganoiden vor uns zu haben. Bei der weiteren Verfolgung sind manche Schwierigkeiten aufgetaucht, und namentlich zeigte sich, dass die Hohlräume im Epithel und die Bindegewebsfalten des Darmes zwei Bildungen sind, welche auseinandergehalten werden müssen.

Was zunächst die rundlichen Hohlräume betrifft, so scheint es uns sicher zu sein, dass sie durch Auflösung solider Zellenmassen entstanden sind; denn nicht anders lässt sich das sie erfüllende Gewebe leerer Zellenhäute auffassen. Die Anordnung dieser Lücken ist nun aber eine so regelmässige und bei allen Embryonen so gleichmässig wiederkehrende, auch das sie umschliessende Epithel so wohl geordnet, dass wir sie doch nicht einfach mit den von Gasser (6) und Anderen beim Durchbruch der Cloake nach der Aussenwelt in dem trennenden Gewebe auftretenden Lückenbildungen in gleiche Linie setzen möchten; es sind nämlich diese letzteren, den Durchbruch vorbereitenden Auflösungsräume, die wir auch bei unserem Thiere recht wohl kennen, nach Zahl und Grösse im höchsten Grad unregelmässige Gebilde (vergleiche auch Wenckebach's [16] Zeichnungen).

Es scheint uns vielmehr nicht unmöglich zu sein, dass die Art des Auftretens dieser Blasen auf ein noch unbekanntes palingenetisches Organ hindeuten könnte, und wir werden in dieser Meinung bestärkt, wenn wir sehen, dass verwandte Bildungen auch bei anderen Wirbelthieren vorkommen. So zeichnet List (11) das Darmende (ed) eines dreizehn Tage alten Embryo's von Crenilabrus pavo und an demselben eine Anzahl runder Hohlräume (bl), die wir mit denen unseres Thieres vergleichen möchten. Er sagt, den Auftritt dieser kleinen lacunären Bildungen beobachte man am dreizehnten oder vierzehnten Tage. Wir geben den Holzschnitt List's wieder.

Auf ein ähnliches Verhältniss scheint auch Bornhaupt's (4) Abbildung des Enddarms eines sieben und einhalbtägigen Hühnerembryo's (Taf. III, Fig. 13) zu deuten und die Angabe Gasser's (6), dass beim Hühnchen der Endabschnitt des Darmes, welcher anfänglich weit offen, vom siebenten Tage an durch Wucherungen und Faltenbildungen des Darmepithels verengt werde. Vielleicht gehören auch die vergänglichen Zottenbildungen hieher, deren Kölliker (10) aus dem Magen, Dickdarm und Mastdarm der Säugethiere gedenkt.

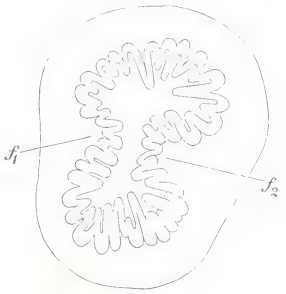
Vor dem Auftreten der Blasen muss bei unserem Thiere der Enddarm solide gewesen sein; denn wir fanden ja die Lücken in der Regel von Zellenresten erfüllt; doch müssen wir die Frage unentschieden lassen, ob dieses Solidsein ein ursprüngliches Verhalten ist, oder ob vielleicht, wie Balfour (1, 2) dies am Oesophagus der Haie und gewisser Teleosteer und derselbe Autor in Verbindung mit Parker (3) bei Lepidosteus nachwies, ein bereits mit klarem Lumen versehenes Rohr sich temporär in einen soliden Strang umgewandelt hat, um dann von neuem einen Hohlraum zu gewinnen.

Soviel über die Lücken, deren eigentliche Bedeutung einstweilen noch unentschieden bleiben muss; nun noch einiges über die Bindegewebsfalten ($f_1$ und $f_2$), die wir im Enddarm haben auftreten sehen. Wie erwähnt, fanden wir zuerst eine einzige, später zwei weit in's Darmlumen vorspringende Falten (Figg. 13 und 16, $f_1$ und $f_2$), und wir glauben nun, dass sich diese wohl mit der Falte vergleichen liessen, welche in langgezogener Spirallinie durch den Darm von Petromyzon zieht und dessen Lumen in einen halbmondförmigen

Raum umwandelt. Als eine solche in weit geöffneter Spirale verlaufende Falte legt sich nach Balfour (2) auch die Spiralklappe der Haie an, und höchst überraschend ist die Uebereinstimmung der beiden nebenstehenden Holzschnitte, von denen der eine (a) die Anlage der Spiralfalte (spf) beim Lepidosteus nach Balfour und Parker (3), der andere (b) einen Schnitt durch den Enddarm eines unserer Embryonen wiedergiebt. Dieser letztere stammt aus derselben Serie, welcher auch die Figuren 18 und 19 entnommen sind und geht durch den Enddarm eine kurze Strecke vor seiner Einmündung in die Cloake; die beiden Falten $f_1$ und $f_2$ sind dieselben wie die in Fig. 18 dargestellten. Sehr bemerkenswerth ist auch, dass sie wirklich eine wohl erkennbare spiralige Drehung ausführen; denn etwas weiter oralwärts haben sie ihre Stellung im Verhältniss zum Ansatz des Mesenteriums verändert; zugleich tritt dann eine weitere, also dritte Falte auf; gegen den Dotter hin verstreichen sie sämmtlich.

Bei Larven sind diese ersten Falten nicht mehr zu erkennen, weil in grosser Zahl neue kleine secundäre Längswülste aufgetreten sind; doch spricht dies nicht gegen eine Vergleichung der ersteren mit Spiralfalten, da diese nach Edinger (5) den anderen Längsrippen morphologisch völlig gleichwerthig sind.

Nun wird man vielleicht einwenden, nach Ueberresten einer Spiralklappe im Enddarm zu suchen, sei principiell verkehrt, da diese ja eigentlich dem Mitteldarm angehöre (siehe z. B. Scott [15] und Parker [14]). Immerhin lässt sich anknüpfen an die Angaben Günther's (7), der bei Ceratodus die Spiralklappe erst in der Nähe des Afters enden lässt oder an die Beobachtungen Macallum's (12), nach welchen bei einigen Exemplaren von Acipenser die letzte Windung der Spiralklappe bis zur Afteröffnung hinzieht. Von Lepidosiren ferner berichten Owen (13) und Hyrtl (9), die Spiralklappe laufe in einen longitudinalen, das Rectum unvollkommen theilenden Fortsatz aus, und da überdies das erste Auftreten der Spiralklappe noch nicht hinreichend genau verfolgt ist, so dürfte diesem Einwand nicht viel Gewicht beizulegen sein.




Ein weiterer Grund, warum wir diesen Falten Bedeutung zuschreiben möchten, ist das Auftreten entsprechender Bildungen bei Embryonen höherer Wirbelthiere, ja sogar beim Menschen. Kölliker (10) berichtet, die Faserhaut des Dickdarms und Mastdarms menschlicher Embryonen zeige Längsleisten und zwar anfänglich blos zwei einander gegenüberstehende, und das Bild, welches Kölliker von diesen Falten zeichnet (siehe nebenstehenden Holzschnitt), erinnert so stark an unseren auf der vorhergehenden Seite gegebenen Durchschnitt (b) durch den Enddarm von Ichthyophis, dass wir entschieden an Identität dieser Falten denken müssen.

So glauben wir also zum Schlusse die Vermuthung aussprechen zu dürfen, dass die Spiralklappe der niederen Wirbelthiere bei den höheren ontogenetisch in temporären Falten angedeutet erscheint und hoffen, dass Andere an geeigneterem und an Lücken weniger reichem Material die hier berührten Fragen endgiltig entscheiden mögen.

# Literaturverzeichniss.

Zu Abschnitt 3.

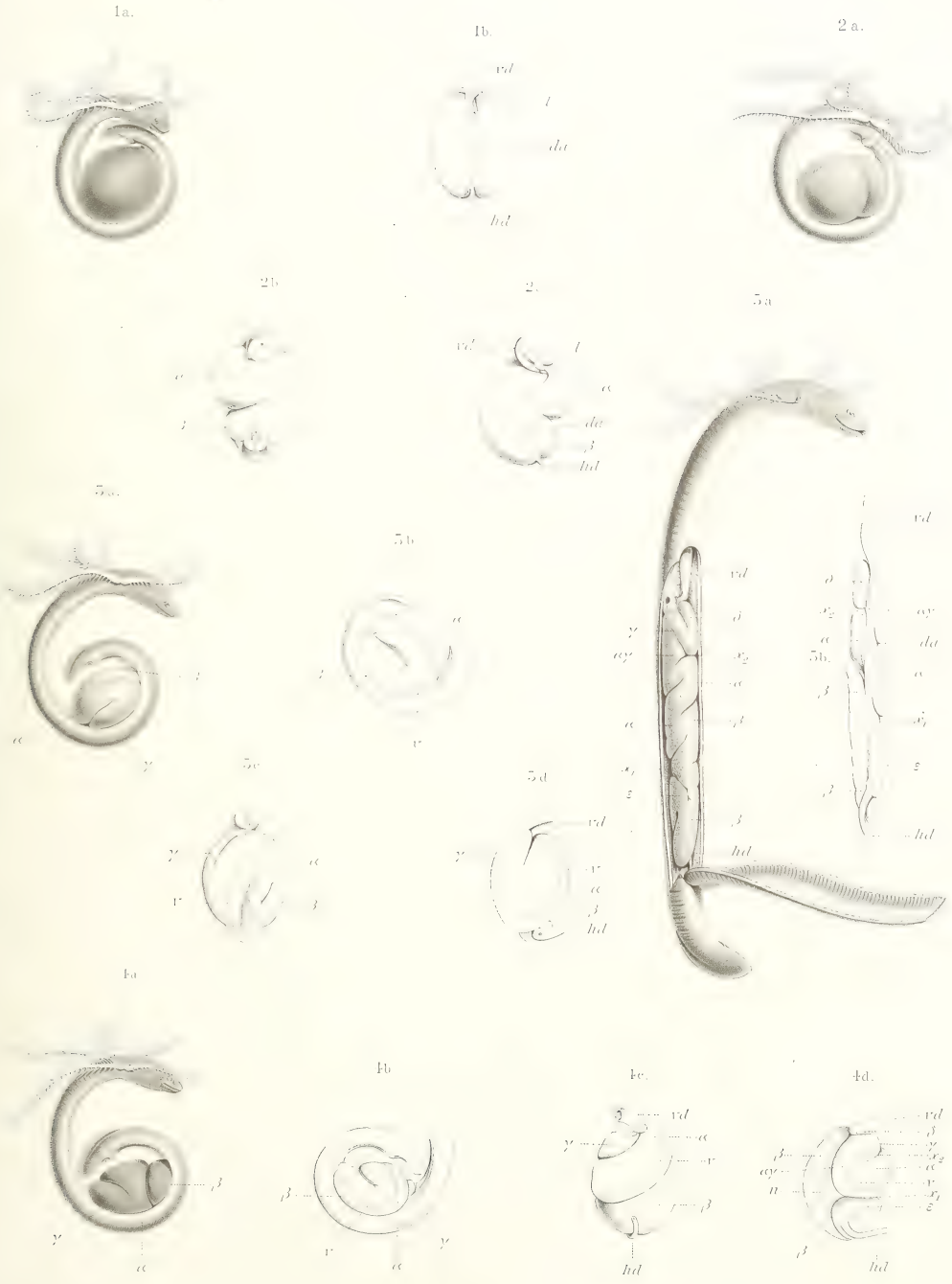

1. **Balfour, F. M.,** A monograph on the Development of Elasmobranch Fishes, London, 1878.
2. **Balfour, F. M.,** Handbuch der vergleichenden Embryologie, 2. Band, 1881.
3. **Balfour, F. M. & Parker, W. N.,** On the structure and development of Lepidosteus, Phil. Transact. of the Royal Soc., 1882.
4. **Bornhaupt, Th.,** Untersuchungen über die Entwicklung des Urogenitalsystems beim Hühnchen, Riga, 1867.
5. **Edinger, L.,** Ueber die Schleimhaut des Fischdarmes, nebst Bemerkungen zur Phylogenese der Drüsen des Darmrohres, Arch. f. mikr. Anat., 13, 1877.
6. **Gasser,** Die Entstehung der Cloakenöffnung bei Hühner-Embryonen, Arch. f. Anat. u. Entwickl.-Gesch., Anat. Abth., 1880.
7. **Günther, A.,** Description of Ceratodus, a genus of Ganoid Fishes etc., Phil. Transact. of the Royal Soc., 1871.
8. **His, W.,** Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbelthierleibes etc., Leipzig, 1868.
9. **Hyrtl, J.,** Lepidosiren paradoxa, Monographie, Prag, 1845.
10. **Kölliker, A.,** Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere, 2. Auflage, 1879.
11. **List, J. H.,** Zur Entwicklungsgeschichte der Knochenfische (Labriden), Zeitschr. f. wiss. Zool., 45, 1887.
12. **Macallum, A. B.,** The alimentary canal and pancreas of Acipenser, Amia and Lepidosteus, Journ. of Anat. and Physiol., 20, London, 1886.
13. **Owen, R.,** Description of the Lepidosiren annectens, Transact. of the Linn. Soc., London, 18, 1839.
14. **Parker, T. Jeffery,** on the intestinal spiral valve in the genus Raia, Transact. of the zool. Soc. of London, 11, 1885.
15. **Scott, W. B.,** Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Petromyzonten, Morph. Jahrb., 7, 1882.
16. **Wenckebach, K. F.,** De Ontwikkeling en de Bouw der Bursa Fabricii, Leiden, 1888.

# Tafel XII.

Reihe von Ichthyophisembryonen in doppelter Grösse gehalten; die Serie soll das Schicksal des Dotters illustrieren, welcher vor seinem Verschwinden complicierte Windungen durchmacht. Für die Details muss auf den Text verwiesen werden.

Fig. 1 a u. b. pg. 98—99.
Fig. 2 a, b, c. pg. 99.
Fig. 3 a, b, c, d. pg. 99.
Fig. 4 a, b, c, d. pg. 99—100.
Fig. 5 a, b. pg. 100.

(*da* Darmanlage, *hd* Hinterdarm, *l* Leber, *n* Streifen, welcher der Niere und den sie begleitenden Gefässen seine Entstehung verdankt, *v* Hauptdottervene, *vd* Vorderdarm, $\alpha$, $\beta$, $\gamma$, $\delta$, $\varepsilon$, $\alpha\gamma$, $z_1$, $z_2$ Bezeichnungen für die einzelnen Dotterwindungen und ihre Uebergangsstellen.)




Mützel del.

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M

C. W. Kreidels Verlag, Wiesbaden

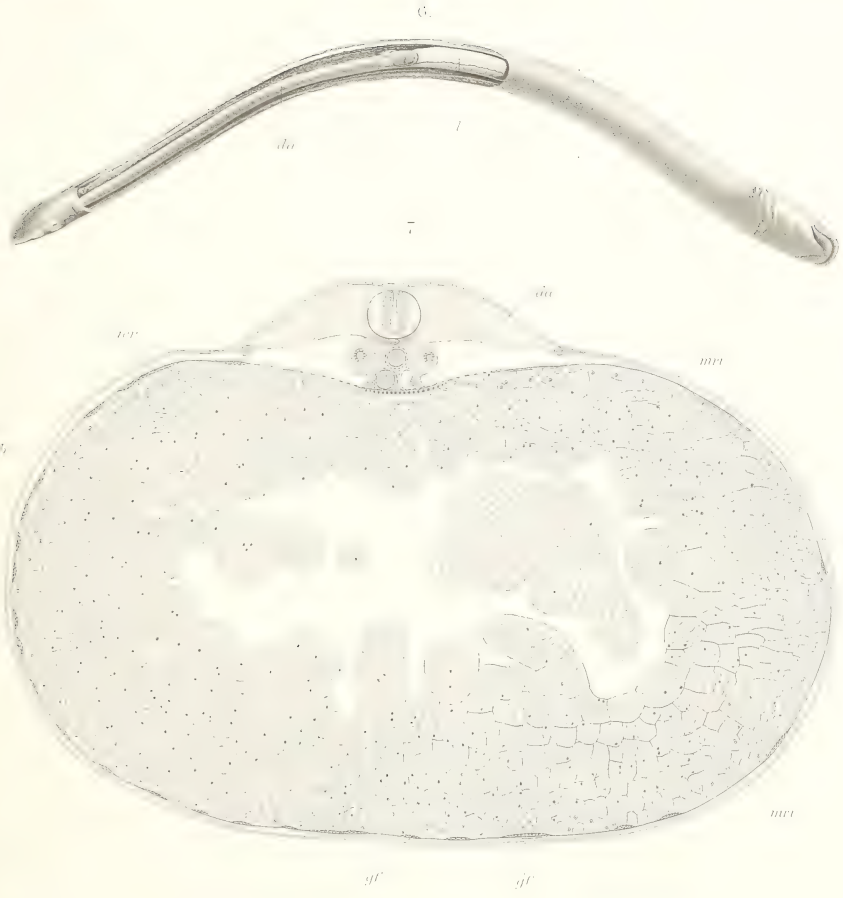
## Tafel XIII.

Fig. 6. Larve von Ichthyophis in doppelter nat. Grösse, pg. 100—101.
(*da* Darm, *l* Leber.

Fig. 7. Querschnitt durch Embryo und Dotter, bevor der letztere begonnen hat, sich in Windungen zu legen. Das Stadium entspricht ungefähr der Fig. 1, Taf. XII. pg. 101—102.
Maassstab der Vergrösserung: 1 mm
(*da* Darmepithel, *dfb* Darmfaserblatt, *gf* Gefässe, *icr* Intercellularlücken, *mri* membrana reuniens inferior.)

Fig. 8. Querschnitt durch Darmanlage und Dotterdrüse eines dem Ausschlüpfen nahen Embryo's (Stufe 5, Taf. XII), pg. 103.
Maassstab der Vergrösserung: 1 mm
(*da* Darmepithel, *df* Faltenbildungen der Dotterdrüse, *dz* Dotterzellen, *fk* Fettkörper, *n* Niere.)

Fig. 9. Querschnitt durch die Stelle, wo der Hinterdarm auf den Dotter übergeht (Stufe 5, Taf. XII), pg. 103.
Maassstab der Vergrösserung: 1 mm
(*da* Darmepithel, *dfb* Darmfaserblatt, *dz* Dotterzellen.)




Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a. M.

C. W. Kreidels Verlag, Wiesbaden.

# Tafel XIV.

Fig. 10. Längsschnitt durch den Enddarm eines Embryo's (ungefähr Stufe 1, Taf. XII), pg. 145.

Maassstab der Vergrösserung:


Fig. 11. Längsschnitt durch Enddarm und Cloake eines Embryo's (ungefähr Stufe 1, Taf. XII), pg. 145—146.

Vergrösserung wie bei Fig. 10.

(*a* Anus, *cl* Cloake, *ed* Enddarm, $ed_1$ und $ed_2$ scheinbare Theilzweige des Enddarmes, $f_1$ Bindegewebsfalte, *hb* Harnblase.)

Fig. 12 gleich Fig. 10.

Fig. 13. Querschnitt durch den scheinbar getheilten Abschnitt des Enddarms, pg. 145.

Maassstab der Vergrösserung:


($f_1$ Bindegewebsfalte.)

Fig. 14. Längsschnitt durch Cloake und Enddarm eines Embryo's (Stadium 4, Taf. XII), pg. 146.

Vergrösserung wie bei Fig. 13.

(*cl* Cloake, $ed_1$ und $ed_2$ Aeste des Enddarms, $f_1$ Bindegewebsfalte, *dhg* gemeinsamer Gang des unteren Darmabschnitts $ed_2$ und der Harnblase *hb*, *mm* Ringmusculatur des Enddarms.)

Fig. 15. Querschnitt durch den noch ungetheilten Enddarm (*ed* der Fig. 11), pg. 146.

Vergrösserung wie bei Fig. 13.

Fig. 16. Querschnitt durch den Enddarm in der auf Fig. 14 mit $x—x_1$ bezeichneten Richtung (Stadium 4, Taf. XII), pg. 146.

Vergrösserung wie bei Fig. 13.

($ed_1$ und $ed_2$ Aeste des Enddarms, $f_1$ und $f_2$ Bindegewebsfalten, *hb* Harnblase.)

Fig. 17. Längsschnitt durch die Stelle, wo der Enddarm *ed* durch die Falte $f_1$ in zwei Aeste $ed_1$ und $ed_2$ getheilt wird (ungefähr Stadium 1, Taf. XII), pg. 145.

Vergrösserung wie bei Fig. 13.

Fig. 18. Querschnitt durch die Cloake eines Embryo's (Stufe 5, Taf. XII), pg. 146—147.

Vergrösserung wie bei Fig. 10.

($ed_1$, $ed_2$, $f_1$, $f_2$, *hb* wie oben, *un* Urnierengänge.)

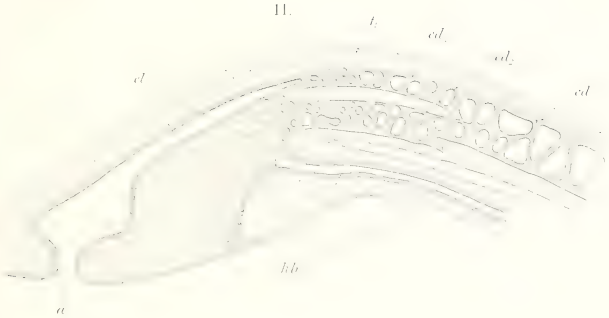
Fig. 19. Querschnitt durch dieselbe Cloake in unmittelbarer Nähe des Anus, pg. 147.

Vergrösserung wie bei Fig. 10.

(*se* horizontales Septum.)

10.

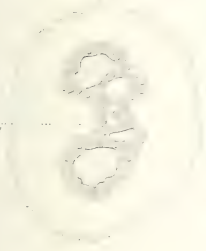
11.



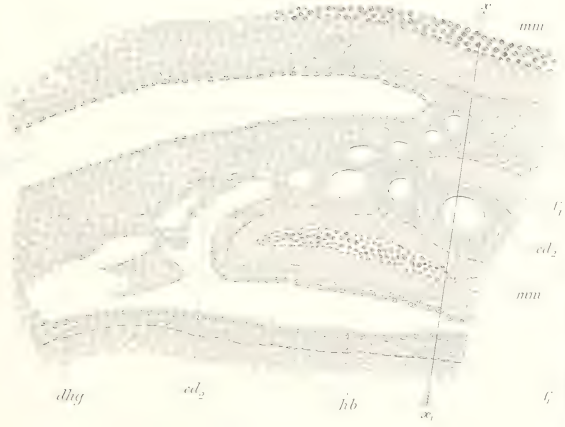

12.

13

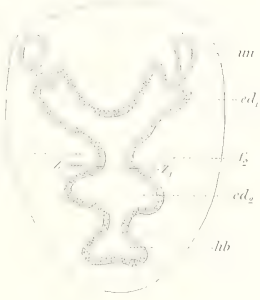
15



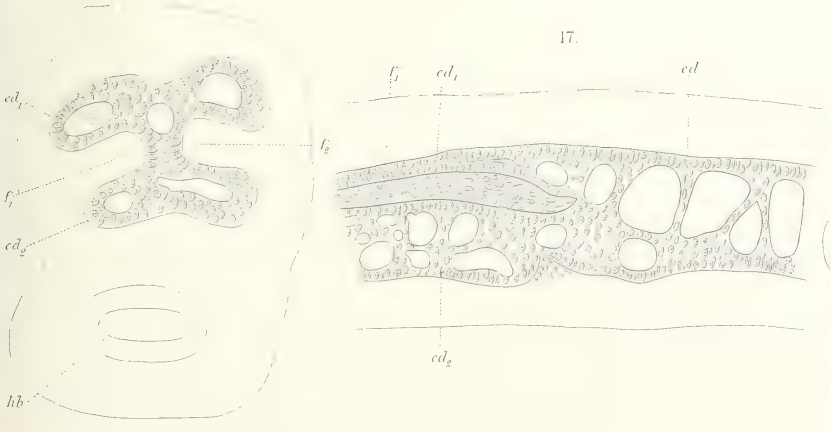

14.



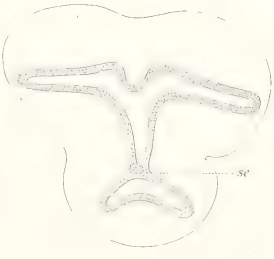

18.




17.




19.




Sarasin del.

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

C.W. Kreidels Verlag, Wiesbaden.

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

# ERGEBNISSE

NATURWISSENSCHAFTLICHER

# FORSCHUNGEN

AUF

# CEYLON

IN DEN JAHREN 1884—1886

VON

Dr. PAUL SARASIN und Dr. FRITZ SARASIN.

ZWEITER BAND.

VIERTES HEFT.

**Zur Entwicklungsgeschichte und Anatomie der ceylonesischen Blindwühle Ichthyophis glutinosus.**

Vierter Theil: Der Schädel; Nase, Jacobson'sches Organ und Thränennasengang; Der Tentakel; Das Gehörorgan; Eine Notiz über das Gehirn von Ichthyophis; Drüsen der Mundhöhle; Bemerkungen über das Gefässsystem; Kiemenkorb, Zunge, äussere Kiemen, Kiemenspalten; Die Spermatozoen; Schlussbemerkungen; Nachtrag; Verzeichniss der Originalliteratur über die Caeciliiden.

*MIT ZEHN TAFELN.*

WIESBADEN.

C. W. KREIDEL'S VERLAG.

1890.

# ZUR ENTWICKLUNGSGESCHICHTE UND ANATOMIE

DER

# CEYLONESISCHEN BLINDWÜHLE ICHTHYOPHIS GLUTINOSUS

## (EPICRIUM GLUTINOSUM AUT.).

VIERTER THEIL.

---

HIERZU TAFEL XV—XXIV.

# DER SCHÄDEL.

HIERZU TAFEL XV.

Der Schädel von Ichthyophis glutinosus L. ist trotz mehrfacher Bearbeitungen noch nicht ganz correct geschildert worden, sodass eine erneute Darstellung desselben sich als nothwendig erwies.

Die erste und für die damalige Zeit vortreffliche Untersuchung desselben verdanken wir Joh. Müller (13, 1831). In dieser wurde das wesentlichste seiner Zusammensetzung klargelegt. 1871 unterwarf Huxley (11) den Schädel von Ichthyophis glutinosus einer erneuten Darstellung. 1879 schilderte und zeichnete denselben Wiedersheim (21).

Wir werden zunächst behufs rascher Orientierung einen Blick auf das ganze Gebilde werfen und hernach die verschiedenen Knochen, über welche wir neues zu berichten haben, im einzelnen vornehmen, wobei das literarische zur Besprechung kommen wird. Die Abbildungen sind möglichst genau nach dem Objecte ausgeführt worden und zwar mit Hilfe des Prisma's, soweit dies hinsichtlich der Einzelheiten thunlich war. Einige Schatten haben wir an den Bildern 1—4 von Herrn Mützel nachträglich anbringen lassen.

Die Oberseite des Schädels von Ichthyophis (Figur 1) zeigt sich aus folgenden Knochen zusammengesetzt: Ganz vorne erblickt man die obern Spitzen der Praemaxillaria (Fig. 1, pm); darauf folgen die länglichen Nasalia (na). An diese nach aussen angelehnt erblickt man die Praefrontalia (prf). Hinter den Nasalia liegen, die Mitte des Schädels einnehmend, die Frontalia (f). Auf diese folgen die Parietalia (pa), und den hintern Abschluss des Schädels bildet der obere Theil eines grossen Knochencomplexes, welcher ein einziges ausgedehntes Stück darstellt und aus den Occipitalia lateralia, dem Petrosum, dem Parasphenoid und verknöchertem Primordialknorpel zusammengesetzt ist. Wir nennen ihn, da wir denselben ja doch zur Verständigung mit einem Worte bezeichnen müssen, den Basalknochen (ba). Die Nasalia, Frontalia und Parietalia decken sich dachziegelförmig von vorne nach hinten.

Nach aussen vom Praefrontale sehen wir von oben den aufsteigenden Ast des Maxillopalatinum (map), und den grössten Theil der Orbita umläuft ein der Gattung Ichthy-

ophis eigenthümlicher kleiner Knochen, das Postfrontale (pof), wie wir ihn nennen möchten. Nach rückwärts von diesem tritt uns eine breite, schildförmige Platte entgegen, die wir als Jugale (ju) bezeichnen. Dieselbe legt sich nach hinten auf das Suspensorium (s) des Unterkiefers, einen Knochen, den wir nicht Quadratum nennen dürfen, weil das Quadratum genannte Knöchelchen anderer Amphibien nur einen kleinen Theil des Suspensoriums der Caeciliiden repräsentiert.

Unterhalb der knöchernen Bogengänge (lab) erblicken wir den Stapes (st), das Operculum Cuvier's und Joh. Müller's; nach aussen davon steigt der hintere Eckfortsatz des Unterkiefers (md) empor. Ganz vorne und seitlich auswärts vom Nasale zeigt sich noch ein Theil des von Huxley entdeckten und von Wiedersheim Nasale laterale genannten Knochens, welchen wir indessen aus später zu erörternden Gründen als Turbinale (t) bezeichnen möchten.

Von der Seite gesehen, (Figur 3) erblickt man vorne am Schädel die Narine (nar), deren Decke das Nasale, deren Seitenwand das Turbinale und deren untere und innere Umfassung das Praemaxillare bildet. Der Oberkiefer, welcher sich an der Schädelbasis mit dem Palatinum verwachsen zeigt und deshalb als Maxillopalatinum (map) bezeichnet wird, präsentiert sich als ein ausgedehnter Knochen, welcher in der Mitte seiner Aussenfläche eine grosse Grube zeigt, deren Grund durch ein Knochensäulchen in zwei Abschnitte getheilt erscheint; diese ist die Tentakelgrube des Oberkiefers (tg).

Von unten (Figur 2) sieht man zuvörderst die Praemaxillaria (pmd), von denen das linke acht, das rechte sieben Zähne trägt. Darauf folgen nach aussen die Maxillopalatina, deren Maxillartheil (mapd) vierzehn Zähne aufweist; fünfzehn waren es an dem von der Seite gezeichneten Schädel; die Zahl kann in kleinen Grenzen schwanken, was auch Boulenger (2) an Caecilia pachynema, Günther, beobachtet hat. Hinter den Praemaxillaria liegen die Vomeres (vo), zwei ziemlich grosse, etwa dreiseitige Platten, welche mit einer vorderen Reihe von links neun, rechts acht Zähnen besetzt sind. Die ziemlich grosse, grubenartige Oeffnung im Vomer jeder Seite (gef) dient einem starken Gefässe zum Durchtritt, welches von einem grössern, im später zu schildernden Wulste des Vomer von hinten nach vorne ziehenden Stamme sich abzweigt und die medianen Gaumendrüsen versorgt, über welche wir in einem folgenden kleinen Abschnitte handeln werden. Da die Oeffnung im Vomer nach dem Hohlraum des Vomerwulstes führt, kann sie von der Nasenhöhle aus natürlich nicht gesehen werden (vergleiche Figur 2 mit Figur 4). Die Angabe Wiedersheim's (21, pag. 11), die betreffende Stelle stehe mit dem Trigeminus in Beziehung, ist nicht richtig.

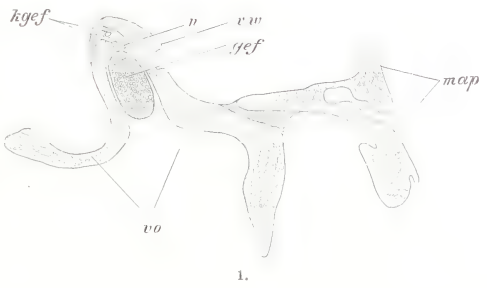
Die beifolgende Zeichnung (pag. 155, 1) stellt einen Querschnitt durch die Vomeröffnung dar; vo bedeutet den Vomer, map das Maxillopalatinum, gef ist das den Vomer durchsetzende Drüsengefäss, kgef sind kleine Gefässäste, n ein kleiner Nerv.

Die Vomeres bilden die innere Umgrenzung der Choanen (Fig. 2, ch), welch' letztere vom gabelförmig gebildeten Palatinstück des Maxillopalatinum (mapp) zu zwei

Drittheilen jederseits umschlossen werden. Dasselbe schickt gegen innen zu je einen Ast um die Choane herum zum Vomer und trägt als Fortsetzung des Vomerzahnbogens zwölf Zähne. Der Palatintheil des Maxillopalatinum behält völlig die Form eines freien Gaumenbeines.

Gerade hinter den Pflugschaarbeinen präsentiert sich die grosse Fläche des Basalknochens (ba), welcher an seinem hinteren Ende die Condyli occipitales trägt (co).

Das Pterygoideum (Fig. 2, pt) lehnt sich an seinem Vorderende nach aussen an den Palatintheil des Maxillopalatinum, verbreitert sich hinter diesem Knochen und schmiegt sich mittelbar an die Grundfläche des Basalknochens an, von demselben nur durch einen noch zu besprechenden Fortsatz des Suspensoriums (prp) getrennt. Das Pterygoideum bildet nach innen zu die äussere Begrenzung einer klaffenden, mandelförmigen Oeffnung (Fig. 2, sg), welche medianwärts bogenförmig vom Basalknochen und dem hier vorscheinenden Ethmoideum (eth) umgrenzt wird. Diese Oeffnung ist im Leben mit der Mundschleimhaut überzogen, sie führt in die von der Temporalmusculatur völlig erfüllte Schläfengrube und ermöglicht, wie wir denken, eine Contraction der in der Temporalgrube geborgenen und gegen aussen durch die starke Jugalplatte (ju) völlig überdeckten, mächtigen Musculatur. Man könnte wohl mit Recht sagen, diese Oeffnung sei ein Contractionsventil der Kaumusculatur.



1.

An den Basalknochen lehnen sich ferner das Suspensorium (s) und weiter hinten der Stapes (st) an.

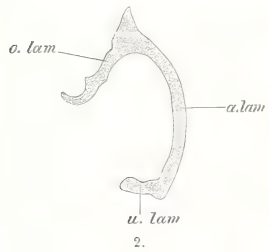
Bekanntlich stellen nach O. Hertwig (10) die Knochen des Oberkiefers und diejenigen des Gaumens ursprünglich zwei regelmässige Bogen dar, welche concentrisch das unpaare Parasphenoid umsäumen. Ihre bogenförmige Anordnung hat bei den Salamandriden Störungen erlitten, welche man nach O. Hertwig's Ergebnissen als secundär entstanden zu betrachten hat. Die Caeciliiden, bei welchen die Deckknochen der Schädelbasis in zwei concentrischen Reihen liegen, weisen also, wie wir hier bemerken möchten, in dieser Anordnung ein ursprüngliches Verhältniss auf.

Betrachten wir nun der Reihe nach einige Knochen, welche eine specielle Besprechung erfordern.

1. Das Turbinale nobis (= Nasale laterale Wiedersheim). Dieser kleine Knochen war von Joh. Müller übersehen und hernach von Huxley (11) entdeckt worden. Er wurde später von Wiedersheim (21) als Nasale laterale bezeichnet. Er kommt nur bei Ichthyophis und Uraeotyphlus (Peters, 17) vor und bildet den vordersten Theil der seitlichen Nasenwandung (Figur 1 und 3 t). Er ist von sehr auffallender Form, wenn man ihn von innen her betrachtet. Wir geben in Figur 11 ein ungefähres Bild von der Innenseite des complicierten Knöchelchens. Dasselbe erscheint, wenn wir, wie es in Wirk-

lichkeit sich verhält, seine glatte Aussenfläche annähernd senkrecht stellen, als eine oben und unten winklig umgeknickte Lamelle. Der obere eingeknickte Theil (o. lam.) bildet mit der Aussenwand (a. lam.) einen spitzen Winkel und ist breiter als der untere Theil (u. lam.), dessen Winkel mit der Aussenfläche (a. lam.) einem Rechten sich nähert. Wir lassen in nebenstehender Abbildung (2) einen Querschnitt durch das rechtsseitige Turbinale folgen mit der eben gewählten Bezeichnung.

Die obere, einwärts geknickte Platte biegt sich am innern Rand noch etwas nach oben um. Die Aehnlichkeit dieses Knochens mit einer Nasenmuschel ist so gross, dass wir nicht zögerten, ihn Turbinale zu nennen. Bei den Urodelen findet er sich nicht vor; dagegen vermuthen wir, dass er dem von Dugès (9) bei den Anuren als Turbinale beschriebenen, von Born (1, pag. 590) als Lacrimale gedeuteten Knöchelchen entspreche. Born bezeichnete dasselbe als Lacrimale, weil es bei den Anuren vom Thränennasengang durchbohrt wird. Gegen diese Auffassung scheint uns jedoch erstlich die weit vom Auge entfernte Lage des Knochens zu sprechen; ferner der Umstand, dass der Durchtritt des Thränennasengangs kein sicheres Criterium für einen fraglichen Knochen abgiebt, da dieser Gang bei verschiedenen Thierformen in seinem Verlaufe sich schwankend, fast launisch verhält, wie wir unten in einem speciellen Abschnitte zeigen werden; weiter wird das ächte Lacrimale der Amnioten nicht immer von diesem Canal durchbohrt, und endlich würden wir, falls Born's Auffassung zwingend wäre, genöthigt, das vom Thränencanal durchbohrte Praefrontale der Salamandriden mit dem von Born bei den Anuren als Lacrimale bezeichneten Knochen zu homologisieren, was im Hinblick auf die völlig verschiedene Lage beider nicht zulässig erscheint und ferner durch den Umstand hinfällig wird, dass Ichthyophis beide Knochen zugleich besitzt, das Praefrontale und das Turbinale. Das Praefrontale der Caeciliiden entspricht demjenigen der Urodelen, Stegocephalen und Reptilien. Das ächte Lacrimale der Stegocephalen und Amnioten ist bei den Caeciliiden vielleicht mit dem Maxillare verschmolzen.



2.

Bei den Urodelen kommt ein ächtes Lacrimale zugleich mit einem Praefrontale, wie dies bei Stegocephalen und Reptilien der Fall ist, in der Regel nicht vor. Auf einer Abbildung des Schädels von Ellipsoglossa naevia indessen und von Ranodon sibiricus, welche Wiedersheim (20, Tafel XXIII, Figg. 64 und 69) giebt, sahen wir zu unserer Ueberraschung beide Knochen gezeichnet, das Praefrontale und das Lacrimale. Wiedersheim bemerkt dazu (pag. 418): „In der Gegend, wo bei den übrigen Salamandriden und sämtlichen Cryptobranchiaten ein einziges Praefrontale sich findet, liegen hier zwei kleine Knochenschuppen; die vordere trägt eine in die Nasenhöhle führende Oeffnung.“ Von Ranodon sibiricus lesen wir (pag. 423): „Es kommt .... noch ein weiterer Knochen in Betracht: das zweite Praefrontale. Dieses schickt einen langen Fortsatz zwischen Maxillare

und Nasale hindurch und besitzt denselben, die Schädeloberfläche mit dem Cavum nasale verbindenden Kanal, durch den hier ein Gefäss hindurchpassiert."

In seinem Lehrbuche finden wir den Satz (22, pag. 128): „Die Praefrontalia der Amphibien können (Ranodon und Ellipsoglossa) jederseits auch doppelt vorhanden sein, und in diesem Falle ist dann das vordere vom Thränennasencanal durchsetzt."

Ohne Zweifel ist das zweite Praefrontale das ächte Lacrimale der Stegocephalen und Amnioten, ein sehr interessanter Umstand, auf welchen indessen Wiedersheim aufmerksam zu machen unterliess, indem er das Lacrimale vorderes oder zweites Praefrontale nannte. Bei der Mehrzahl der Urodelen ist das Lacrimale vermuthlich mit dem Praefrontale verschmolzen. Das Getrenntsein beider Knochen bei Ellipsoglossa und Ranodon ist als ein ursprüngliches Verhalten aufzufassen. Ausserdem kommt vielleicht bei Amphiuma means ein Lacrimale vor; denn Cope schreibt (4, pag. 442): „In Amphiuma means there is a minute not articulated bone on the suture between the o. o. frontalia and prefrontalia in the situation of the lachrymal." Wir können mit ziemlicher Sicherheit also sagen, dass allen heutigen Amphibien ursprünglich ein Lacrimale zukam, wie den Stegocephalen und Reptilien.

Wir sehen bei den Amnioten den Thränennasengang stets unterhalb des Turbinale in die Nasenhöhle münden, und würde dieses letztere mit einer Knochenplatte an der äusseren Zusammensetzung des Schädels zwischen Nasale und Oberkiefer theilnehmen, so würde diese Platte eventuell durchbohrt werden, falls der Canal unterhalb ihrer nach dem Innern der Nasenhöhle vorspringenden, muschelartigen Ausbreitung münden sollte.

Ist unsere Deutung, dass wir in dem ins Auge gefassten Knochen das Turbinale der Amnioten zu sehen haben, richtig, so ergiebt sich daraus der interessante Gesichtspunkt, dass auch die untere Muschel ursprünglich ein äusserer Schädelknochen, ein Deckknochen, gleich allen anderen nicht primordialen gewesen ist, der durch Verlust seiner äussern Platte oder möglicher Weise auch in toto secundär in's Innere der Nasenhöhle zu liegen kam. Vielleicht lassen sich Stützen für diese Anschauung in der Entwicklungsgeschichte des Turbinale der Amnioten finden.

Anzufügen ist noch, dass Huxley (11) über das von ihm gefundene Knöchelchen schrieb, es scheine ihm eine Ossification der knorpligen Ala nasi zu sein.

Wiedersheim bemerkt, dass dasselbe hakenartig in das Cavum nasale einspringe und von Knorpel überzogen sei, was vielleicht für eine Deutung desselben als Concha sprechen könne (21, pag. 39).

Aus dem Umstande, dass das Turbinale den übrigen Caeciliiden fehlt und auch bei den Urodelen nicht entwickelt ist, dürfen wir endlich nicht den Schluss ziehen, dass es ein von Ichthyophis selbstständig erworbener Knochen sein könnte; denn Ichthyophis steht der Urform der Caeciliiden näher als seine Genossen, wie wir im letzten Abschnitte dieses Werkes zu zeigen unternehmen wollen.

2. Das Praemaxillare. Dieser Knochen lässt drei lamellenartige Fortsätze unterscheiden, welche wir nach dem Vorgange O. Hertwig's (10) bei Urodelen und Anuren bezeichnen wollen. Wir haben dann 1. einen Processus dentalis (Fig. 2, pmd), welcher sieben bis acht Zähne trägt und die Fortsetzung des gleichnamigen Processus des Oberkiefers bildet; 2. einen Processus palatinus (Fig. 4, pmp), welcher den vordersten Theil des Bodens der Nasenhöhle abgiebt, und endlich 3. einen Processus nasalis (Fig. 4, pmn), welcher als vorderer Theil der medialen Wand der Nasenhöhle sich darstellt.

Die Beziehungen des Zwischenkiefers zur Nasenhöhle werden unten näher erläutert werden.

3. Das Maxillopalatinum. Bei allen daraufhin untersuchten Caeciliiden sind die Maxillaria jeder Seite mit dem anliegenden Palatinum zu einem einzigen Knochen verlöthet. Wir können indessen beide Theilstücke getrennt besprechen, da sie ihre ursprüngliche Form beibehalten haben. Wir reden also in der nächsten Auseinandersetzung von einem Maxillartheil und einem Palatintheil.

Gleich dem Praemaxillare hat auch der Maxillartheil des Maxillopalatinum drei Fortsätze, nämlich 1. einen Processus dentalis, welcher die directe Fortsetzung desjenigen der Praemaxille bildet und vierzehn bis fünfzehn Zähne trägt (Fig. 2, mapd); 2. einen Processus palatinus, welcher den lateralen Theil des Nasenhöhlenbodens darstellt und median mit dem Palatinum verschmolzen ist (Fig. 2 u. 4, mp); 3. einen Processus frontalis, welcher an das Praefrontale anstösst und als äussere Wand der Nasenhöhle zu dienen hat (Fig. 1, 3, 4, mf). Er trägt eine grosse Grube, welche sich in ihrem Grunde, von aussen nach innen, in zwei Canäle fortsetzt (Fig. 1, 3, 4 tg). Der vordere Canal läuft in horizontaler Richtung medianwärts nach dem Innern der Nasenhöhle, und in ihm ruht das Jacobson'sche Organ (Fig. 4, jr); der hintere zieht sich direct nach dem Auge hin. Dieser letztere scheint bei manchen Caeciliiden eine nach aussen offene Rinne vorzustellen; bei Ichthyophis aber ist er von einer Knochenspange überbrückt, welche die Tentakelgrube von der Orbita trennt. (Fig. 1, 3, ksp). Er dient als Tentakelcanal zur Aufnahme des Tentakelschlauches; die Knochenbrücke (ksp) wurde von den Autoren bei der Präparation stets eingebrochen, weshalb sowohl Joh. Müller, als Wiedersheim von einem nach aussen offen liegenden Tentakelcanal bei Ichthyophis sprechen und dies auch so zeichnen. Wir haben die Knochenbrücke bei Ichthyophis glutinosus nie vermisst.

Der zweite Theil des Maxillopalatinum, der Palatintheil (Fig. 2, mapp) hat, einzeln betrachtet, die Form einer zweizinkigen Gabel, deren beide Zinken die Choane von hinten zwischen sich fassen. Der laterale Rand des Knochens characterisiert sich als Processus dentalis, welcher circa zwölf Zähne trägt, dem gleichnamigen des Maxillartheiles parallel läuft und die hintere Fortsetzung des Processus dentalis des Vomer der gleichen Seite bildet.

Huxley (11) bemerkt, dass der Verlauf der Palatina längs dem inneren Rande der Maxille, wie er sich bei den Caeciliiden findet, bei anderen Amphibien nicht vorkomme.

In Figur 15 haben wir das Maxillopalatinum isoliert gezeichnet. Bei ch ist der Einschnitt der Choane; jr bezeichnet die Rinne für das Jacobson'sche Organ, mf den Processus frontalis. Unterhalb von diesem, welcher wie ein Horn nach oben sich zuspitzt, läuft eine seichte Rinne nach hinten und etwas nach innen und unten (tr). Sie mündet mit der schon beschriebenen hinteren Oeffnung der Tentakelgrube nach aussen (siehe Fig. 3 tg) und führt unter dem kleinen Auge hindurch. In derselben zieht der Tentakelschlauch nach hinten, worüber wir in einem speciellen Abschnitte ausführlich handeln werden.

4. Das Praefrontale (Figg. 1 u. 3, prf). Diesen Knochen entdeckte und zeichnete schon Joh. Müller und nannte ihn Orbitale anterius. Er kommt unter den Caeciliiden nur Ichthyophis und Uraeotyphlus (Peters, 17) zu, indem er bei den anderen Formen sehr wahrscheinlich mit dem Nasopraemaxillare derselben verschmolzen ist. Im Besitz getrennter Praemaxillaria, Nasalia und Praefrontalia lehnt sich der Schädel von Ichthyophis und Uraeotyphlus an den der Urodelen sehr enge an; er bildet den Uebergang in dieser Schädelpartie zwischen den Urodelen und den übrigen Caeciliiden.

Einige weitere Bemerkungen über das Praefrontale sahen wir uns genöthigt, schon bei Besprechung des Turbinale zu äussern und verweisen hiemit auf dieselben.

5. Das Postfrontale. (Figg. 1, 3, 4, pof).

Dieses kleine Knöchelchen kommt wie das vorige nur bei Ichthyophis und Uraeotyphlus vor und wurde von Joh. Müller entdeckt, welcher es Orbitale posterius nannte. Es bildet, wie Joh. Müller ganz richtig angiebt, eine halbringförmige, hintere Einfassung der Augenhöhle. Huxley folgte in der Bezeichnung seinem Vorgänger, indem er den Knochen Postorbitale nannte. Er fand ihn halbmondförmig. Wiedersheim hielt den Knochen für ringförmig und vermuthete, die von Joh. Müller und Huxley erhaltene Form des Halbmondes sei durch künstliche Verletzung hervorgerufen worden; er glaubte sogar, dass ihm dies selber passiert sei; denn auch er sah den Knochen nicht als geschlossenen Ring. Peters (16, pag. 154) bestärkte ihn mit Unrecht in dieser Vermuthung; denn wir haben das Knöchelchen immer halbmondförmig gefunden, und so bleibt Joh. Müller's Angabe zu Recht bestehen.

Wiedersheim nannte den kleinen Knochen Orbitalring und verglich ihn dem Orbitalring gewisser Teleosteer. Er wendet sich gegen die Müller-Huxley'sche Deutung, da das Postorbitale der Stegocephalen kein Knochenring sei.

Cope (4, p. 443) findet für diesen Knochen keine Homologie bei den Stegocephalen, da er, ausser bei Ichthyophis, einen Theil des Maxillare bilde.

Was uns betrifft, so halten wir diesen Knochen für homolog dem Postfrontale der Stegocephalen und Reptilien, weil er mit einem breiten Theil an das Frontale anstösst und im wesentlichen die hintere Umgrenzung der Augenhöhle, ganz wie der gleichnamige Knochen jener Formen, bildet. Er greift bei Ichthyophis nur etwas weiter um die kleine Orbita herum als bei den Stegocephalen und Reptilien.

An den Orbitalring der fernen Gruppe der Teleosteer zu denken, dazu nöthigt uns kein Grund, auch nicht etwa die Art und Weise der Knochenumgrenzung der Orbita bei den ältesten Amphibien, den Stegocephalen, oder die entfernte Aehnlichkeit mit dem Superciliarknochenkranz der Lacertilier; es müssten denn entwicklungsgeschichtliche Gründe für eine solche Anschauung beigebracht werden. Auch kann unser Knöchelchen nicht einem Skleroticalring homolog sein, wie er bei Stegocephalen und Sauropsiden sich findet; denn ein solcher besteht in einer Bepanzerung des Augenbulbus selbst; unser Postfrontale hingegen hat mit dem Augapfel nichts zu schaffen.

Nach unserer Ansicht hat sich das Postfrontale der Stegocephalen einerseits bei zwei Formen der Caeciliiden und andererseits bei den Reptilien als selbstständiger Knochen erhalten.

Endlich ist die Frage berechtigt, ob das Postfrontale von Ichthyophis und Uraeotyphlus und dasjenige der Reptilien einem Knochen homolog sein könnte, welcher aus einer Verschmelzung des Postfrontale und Postorbitale der Stegocephalen hervorgegangen wäre. Dieselbe zu discutieren, kann hier nicht unsere Aufgabe sein.

6. Das Jugale (Figg. 1, 2, 3, ju). Dieser Knochen erscheint als eine starke knöcherne Platte, welche die ganze Schläfengrube nach aussen überdeckt. Er stösst mit seinem Vorderende an das Maxillopalatinum und das Postfrontale, oben an das Frontale und das Parietale und ist hinten am Suspensorium durch Bindegewebe befestigt.

Die Breite dieses Knochens ist es, welche dem Schädel, wenn man ihn von oben betrachtet (Fig. 1), das Aussehen eines knöchernen Schildes verleiht, ein Vergleich, der schon von Cuvier (6) gezogen wurde; ja der ganze Schädel erschien in Folge dieses Umstandes dem grossen Forscher so eigenthümlich, dass er schrieb, er sei in der ganzen Vertebratenreihe derjenige, welcher am schwersten auf den gemeinsamen Typus zurückzuführen sei (7, pag. 556). Cuvier nannte die fragliche Knochenplatte Temporale.

Joh. Müller folgte ihm in dieser Bezeichnung und wurde selbst dann nicht in der Beurtheilung des Knochens schwankend, als er fand, dass sein Temporale die Schläfengrube von aussen überdecke.

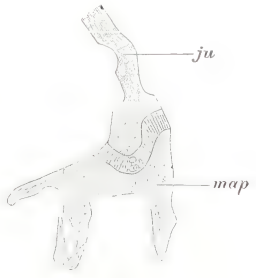
Da es indessen unmöglich ist, sich vorzustellen, dass ein Schläfenbein die Temporalgrube und in Folge dessen die Kaumusculatur von aussen zudecke, traf Dugès entschieden das richtige, wenn er den fraglichen Knochen auf der Tafelerklärung seines Werkes ohne weiteres als Jugale bezeichnete (9, 1835). Stannius (19) nannte den Knochen Squama temporalis. Huxley bezeichnete denselben nicht näher und homologisierte ihn vermuthungsweise dem Squamosum (Tympanicum) plus Quadratojugale der Anuren. Wiedersheim endlich nannte, offenbar Stannius folgend, die fragliche Knochenplatte Squamosum.

Wir können uns dieser Deutung indessen nicht anschliessen. Der Knochen bildet nicht die Basis der Schläfengrube, sondern das Dach derselben; er verbindet ferner das Suspensorium auf seiner Aussenseite mit dem Maxillare, hat also die Eigenschaften eines ächten Jochbeines. Würde er als ein schmaler Stab auftreten und nicht an das Parietale

und Frontale anstossen, so würde sicherlich Niemand daran gedacht haben, ihn dem Squamosum zu homologisieren. Dazu kommt, dass er gar nicht bei allen Caeciliiden direct an das Parietale und Frontale anstösst, indem schon bei Ichthyophis sich insofern individuelle Schwankungen finden, als ihn zuweilen eine ganz schmale, als dunkle Linie erscheinende Fascie mit dem Schädeldache verbindet. (Als dunkle Linie auf den Figg. 1, 3). Dies scheint noch deutlicher bei Uraeotyphlus zu sein (vergl. Peters, 17). Bei Chthonerpeton indistinctum, Reinh. et Lütk., ist dieser Zwischenraum so ansehnlich, dass Wiedersheim, welcher den Schädel dieser Form bearbeitete, recht nahe daran war, die wahre Natur des Jugale zu erkennen, indem er schrieb (21, pag. 21): „Ich habe mich gefragt, ob wir in diesem Knochen nicht das Homologon eines Quadratojugale oder eines Jugale zu erblicken haben? Bringt er doch in Verbindung mit der ganz ähnlich wie bei Siphonops annulatus dorsalwärts umgekrümmten Platte des Quadratums einen förmlichen Jochbogen zu Stande. Möglich wäre dies immerhin; denn ein Squamosum ohne ein seinem Wesen entsprechendes deckendes Verhältniss zur Schädelcapsel ist mir nicht denkbar."

Uebrigens hielt Wiedersheim ebenfalls für möglich, dass unser Jugale „ein weit ausgewachsenes hinteres Stirnbein sei" und nannte es vor wie nach Squamosum.

Wir sehen in der Dugès'schen Bezeichnung dieses Knochens als Jugale umso weniger Schwierigkeit, als wir denselben Knochen einerseits bei den Stegocephalen und andererseits bei den Amnioten antreffen. Ob übrigens unser Jugale lediglich dem ebenso genannten Knochen bei den Stegocephalen entspreche oder nicht ebensowohl ein Verschmelzungsproduct sein könnte, ist noch discutierbar.



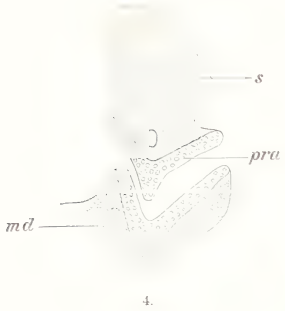
3.

An der Verbindungsstelle mit dem Maxillopalatinum trägt das Jugale einen Wulst (Fig. 7, lw von innen gezeichnet), welcher in eine Rinne des Maxillopalatinum hineinpasst und, wie der nebenstehende Holzschnitt (3) zeigt, an dasselbe durch radiär gestellte Bindegewebsfasern befestigt ist.

7. Das Suspensorium (Stannius). Dieser complicierte Knochen hat trotz seiner Wichtigkeit noch keine genügende Beschreibung erfahren; immerhin finden sich schon einige gute Angaben bei Wiedersheim über das Suspensorium von Siphonops annulatus, Mikan.

Dass die Verhältnisse hier ziemlich schwierig liegen, mag der Grund sein, dass alle gegebenen Beschreibungen und Abbildungen etwas an Dunkelheit leiden. Betrachten wir uns desshalb zunächst den Knochen isoliert und zwar in erster Linie von aussen (Fig. 5). Er präsentiert sich hier als eine ungefähr dreieckige Knochenplatte, deren oberer und hinterer Rand leicht gewulstet, der vordere zugeschärft erscheint. Der hintere, wulstige Rand trägt den Processus articularis (pra), die Gelenkfläche, welche in die Pfanne des Unterkiefers sich einsenkt, ein Verhältniss, welches schon Wiedersheim beschrieben hat (21, pag. 32), worauf wir hiermit verweisen. Wir geben zur momentanen Verständigung umstehend die Abbildung

eines Querschnittes durch das rechte Unterkiefergelenk von Ichthyophis (4). Die Bezeichnungen sind folgende: s bedeutet das Suspensorium, pra den Processus articularis desselben, md die Mandibel.



4.

Die hintere, obere Ecke des Suspensoriums zieht sich in einen kurzen und derben, stumpfen Fortsatz aus, welchen wir den Processus oticus (Fig. 5, pro) nennen wollen. An die dünne, vordere Lamelle (prj) legt sich das Jugale an. In Fig. 6 und 7 ist das Suspensorium in Verbindung mit dem Jugale gezeichnet (Fig. 6 von aussen, Fig. 7 von innen). Den vorderen, wulstigen Fortsatz (prs, Figg. 5 und 6) nennen wir den Processus squamosus; die mit ihm verwachsene, dünne, das Jugale tragende Lamelle (prj, Fig. 5) den Processus jugalis.

Drehen wir den Knochen um (Fig. 7), so sehen wir von derselben Ecke, an welcher der Processus oticus (pro) entspringt, einen pikenförmigen, sehr starken, solid verknöcherten Fortsatz etwa in einem Winkel von 45° abgehen (Fig. 7, prp), den Processus pterygoideus, wie wir ihn zu nennen vorschlagen möchten.

Die Figur 8 zeigt das Suspensorium von der oberen Kante aus gesehen; hinten den Processus oticus (pro), nach vorne laufend den Processus squamosus (prs) und den Processus pterygoideus (prp). Stets sind die betreffenden Knochen der rechten Seite gezeichnet.

Hinsichtlich der Lage des Suspensoriums am Schädel verweisen wir auf Figur 3. Wir erfahren zunächst, dass das Suspensorium (s) der Caeciliiden nach rückwärts gerichtet ist wie bei den Anuren, nicht gerade nach auswärts wie bei den Salamandriden oder gar nach vorwärts wie bei den Ichthyoden. Betrachten wir dann den Knochen im einzelnen, so sehen wir hier den Processus articularis in die Gelenkpfanne des Unterkiefers eingelassen; der Processus oticus (pro) wendet sich nach hinten, der Processus squamosus (prs) nach vorn. Dieser letztere legt sich längs einer Kante, die wir kurz beschreiben müssen, dem Gehirnschädel direct an. In der Figur 13 haben wir zu zeichnen versucht, wie das hintere Drittheil des Hirnschädels auf jeder Seite von einer bandartigen Verbreiterung oben, hinten und unten ununterbrochen umlaufen wird (Fig. 13, bd). Dieselbe zieht wie ein Gesims um den hintern Theil des Hirnschädels. Wir können einen obern, hintern und untern Theil dieser Hirnschädelkante unterscheiden. An den obern Theil derselben legt sich nun der Processus squamosus des Suspensoriums (Figg. 1 und 3, prs) an.

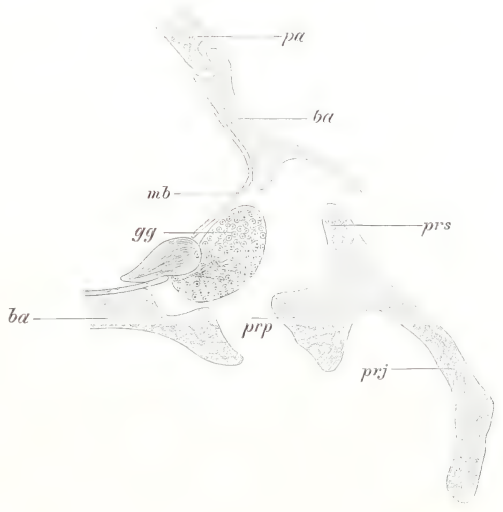
Wiedersheim hat diese Verbreiterung schon genau beschrieben (z. B. auf Seite 17 seiner Gymnophionenarbeit von Siphonops annulatus, Mik.).

Betrachten wir die Figur 2. Der Unterkiefer ist entfernt. Hinten erblickt man über dem Processus articularis (pra) den Processus oticus (pro, auch auf Figur 3), welcher in einer merkwürdigen, noch zu schildernden Weise mit dem Stapes in Beziehung tritt. Ferner erfahren wir an diesem von unten gezeichneten Schädel auch die Lage des Pro-

cessus pterygoideus (Fig. 2, prp). Dieser schmiegt sich an die bandartig verbreiterte Basis des Schädels an (siehe Figur 13 bei prp).

Der Processus pterygoideus umspannt zusammen mit dem Processus jugalis eine Lücke, durch welche die Kaumusculatur zum Unterkiefer tritt (siehe die Figur 2 zwischen prp und prj). Ein Querschnitt gerade durch die Stelle, wo sich der Processus squamosus und pterygoideus vereinigen, ist hier im Holzschnitt (5) in den Umrissen gezeichnet. Vom Processus squamosus (prs) sieht man den Processus jugalis (prj) nach aussen abgehen. Diese Stelle deckt das von der Schädelhöhle durch eine Membran (mb) abgeschlossene Ganglion Gasseri (gg) nach aussen. Die betreffende, nur durch eine Membran (mb) (wohl die Dura) bedeckte Oeffnung des Schädels wollen wir das Trigeminusfenster nennen. (ba bedeutet Basalknochen, pa das Parietale.)

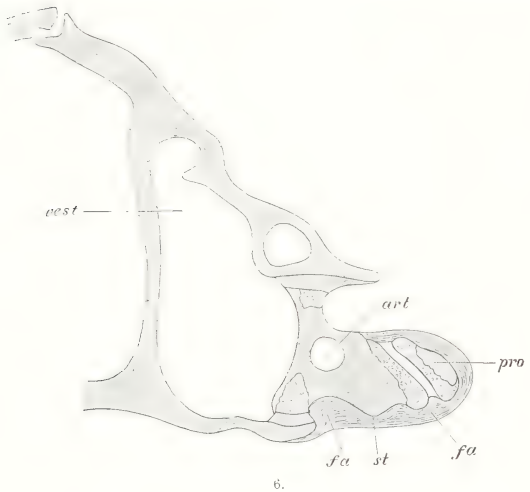
Bei den übrigen lebenden Amphibien ist der Knochen, welchen wir hier als Suspensorium beschrieben haben, durch ein Knorpelstück, den sogenannten Quadratknorpel, ersetzt, welches drei Deckknochen aufweist, nämlich ein im Gelenkknorpel liegendes und Quadratum genanntes Knöchelchen, sodann einen als Squamosum oder Tympanicum bezeichneten, von aussen dem Quadratknorpel aufliegenden und endlich einen innen vom Quadratknorpel gelegenen Deckknochen, welcher gegen den Oberkiefer zu sich verlängert, das Pterygoideum. Diese Deckknochen sind mit Ausnahme des Pterygoideum ohne Zweifel bei den Caeciliiden mit dem unterliegenden Knorpel zusammen zu dem von uns als Suspensorium bezeichneten Gebilde verschmolzen, dessen ursprüngliche Bestandtheile wir als Fortsätze zu unterscheiden uns in Stand gesetzt sehen. Dem Quadratum der Urodelen entspricht der Processus articularis, dem Squamosum oder Tympanicum der Processus squamosus, und der knorplig bleibende Fortsatz des Quadratknorpels der Urodelen, welcher bei denselben dem Pterygoideum zur Unterlage dient, ist bei den Caeciliiden zum pikenähnlichen Processus pterygoideus verknöchert, während das Pterygoideum selbst auch bei den Caeciliiden frei blieb und nur in der Grösse von hinten her bedeutend reduciert wurde.



5.

Das Suspensorium der Caeciliiden besitzt, wie wir nicht ohne Verwunderung erkannten, merkwürdige Beziehungen zum Gehörorgan. Der Processus oticus trägt nämlich eine ächte, mit Knorpel überzogene Gelenkfläche, mit welcher er auf einer ebensolchen des Processus columellaris des Stapes articuliert. In Figur 14 haben wir dies darzustellen

versucht. Zum Beweise, dass bei so kleinen Verhältnissen keine Täuschung vorliegt, geben wir nebenstehend (6) die Abbildung eines Schnittes durch das Gelenk des Processus oticus (pro) des Suspensoriums mit dem Säulchen des Stapes (st). Eine sehr feste Fascie (fa) verbindet den Processus oticus mit dem Stapes; doch ist zweifellos eine leichte Beweglichkeit zugelassen, ohne welche die Gelenkfläche nicht zu verstehen wäre. Wir haben uns auch in der That überzeugt, dass das Suspensorium in Verbindung mit dem Jugale einer ganz schwachen Bewegung fähig ist; dieselbe läuft von innen nach aussen in der Richtung eines Kreisbogens, dessen Centrum der oben beschriebene Anheftungswulst des Jugale an der Maxille bildet (Fig. 7, lw). Cope (5, pag. 300) hat dieses Verhältniss bei Dermophis ebenfalls bemerkt: denn er schreibt: „Die Columella des Stapes von Dermophis ist derb und knöchern, erstreckt sich nach vorne und stösst an den hintern Rand des Quadratums an, mit welchem sie eine enge, bewegliche Articulation bildet."



6.

Dugès nannte das Suspensorium Temporo-mastopterygoid.

Wiedersheim schenkte diesem Knochen eine genauere Beachtung. Er nannte ihn Quadratum und fand, dass er drei Protuberanzen aufweise, von denen die unterste zur Articulation mit dem Unterkiefer diene; eine andere lehne sich an die Säule des Stapes und eine obere ende frei nach rückwärts. Die erste ist unser Processus articularis, die zweite unser Processus oticus; die Bedeutung der dritten Protuberanz konnten wir nicht enträthseln. Wiedersheim hat sie bei Siphonops annulatus, Mik., beschrieben.

8. Der Basalknochen. Wir waren einige Zeit schwankend, ob wir für diesen Knochen einen neuen Namen einführen sollten, da er als ganzes bezeichnet werden muss, und eine aus seinen Bestandtheilen gebildete Benennung bei diesem Knochen unthunlich ist. Weil er jedoch nicht einen neuen, den andern Amphibien fehlenden Schädeltheil repräsentiert, sondern nur die Verschmelzung von Knochenpartieen darstellt, welche bei andern Amphibien getrennt bleiben, so haben wir ihn mit dem nichts sagenden Namen Basalknochen zu bezeichnen beschlossen, wie wir schon vorhin Stannius beigetreten sind, welcher dem die Unterkiefergelenkfläche tragenden Knochen die neutrale Bezeichnung Suspensorium gegeben hat.

Wenn wir von der hintern Partie des Schädels jeden Deckknochen entfernen, so bleibt uns der Basalknochen übrig, wie wir ihn in Figur 12 im Zusammenhang mit dem Ethmoideum und der rechten Vomerplatte von oben dargestellt haben. Er bildet einen

Hohlraum zur Aufnahme des Gehirns, welches gegen oben zu von den Parietalia bedeckt wird. Ueber dem Foramen occipitale bildet der Basalknochen eine Brücke (br), sodass diese Oeffnung gürtelförmig von der hinteren Partie des Basalknochens umschlossen wird. Merkwürdigerweise zeigt diese Brücke eine genau median gelegene Längsnaht, welche deutlich genug verräth, dass sie ursprünglich von den Occipitalia lateralia gebildet gewesen war, deren dorsale Sutur allein noch erhalten geblieben ist. Ferner beweist diese Sutur, dass bei den Amphibien ein Occipitale superius fehlt; denn wäre das bei andern Amphibien oft als Occipitale superius beschriebene und benannte Knorpelstückchen wirklich das Homologon eines selbstständigen, unpaaren Knochens, so könnte unmöglich eine mediane Naht dorsal die Parietalpartieen trennen. Bei allen lebenden Amphibien fehlen ein Occipitale superius und ein Occipitale basilare, wie für das erstere schon von Joh. Müller und von späteren Autoren, z. B. von Huxley (11, pag. 175) betont wurde. Ueber eine zuweilen vorkommende Willkür in der Bezeichnung unverknöcherter Partieen des Primordialcraniums als bestimmter, an jenen Stellen sich findender Knochen vergleiche die richtige Bemerkung O. Hertwig's (10, pag. 7).

Den hinteren Seitentheil des Basalknochens nimmt das Labyrinth (Fig. 12, lab) ein, dessen Bogengänge meistens deutlich auf seiner dorsalen, schief nach aussen abfallenden Seitenfläche erkennbar sind.

Vorne stösst der Basalknochen an das Ethmoid (eth). Von unten (Fig. 2, ba) sieht der Basalknochen breit aus, da er, wie schon erwähnt, einen bandförmigen Fortsatz auf jeder Seite trägt als Unterlage des Processus pterygoideus des Suspensoriums. Hinten trägt er die Condyli (co). Seitlich, unterhalb derselben, zieht sich die Unterfläche in je eine ziemlich deutliche Spitze aus.

Die kleine Oeffnung (car) in der hinteren Ecke jeder Seite besteht für den Durchtritt der Carotis interna (Wiedersheim).

Von der Seite sehen wir den Basalknochen in Figur 13 dargestellt. Es sind hier die Parietalia, Frontalia, das Ethmoid und die Vomeres noch mit demselben in Zusammenhang. In der bandartig umfassten Seitenwand des Knochens nehmen wir zwei grössere Oeffnungen wahr, von denen die hintere in den vom Stapes hier unbedeckten Vorhof führt (v). In Figur 14 sehen wir den Stapes an seiner Stelle.

Nach vorne vom Gehörorgan liegt das im Leben von einer Membran bedeckte Trigeminusfenster (Fig. 13, tr). Zwischen Vestibulum und Trigeminusfenster findet sich eine derbe Knochensäule, welche gleichfalls von einer kleinen Oeffnung durchbohrt ist; es bezeichnet dieselbe den Durchtritt des Facialis (Fig. 13, VII). Nach vorne wird von der Seitenwand des Basalknochens zusammen mit derjenigen des Ethmoideums eine weitere, im Leben mit einer Membran überzogene Oeffnung umrahmt, welche wir, da der Opticus dieselbe gegen hinten zu durchbohrt, das Opticusfenster nennen wollen (Fig. 13, op). Die kleinen Einschnitte oben und unten am Fenster des Opticus sind von Knorpel ausgefüllt, ein winziger Rest des Knorpelcraniums am Basalknochen.

Von innen (Fig. 16) erkennt man vorne den Halbkreis des Opticusfensters (op), dann das Trigeminusfenster (tr), hernach den Facialisschlitz (VII); hierauf folgt die Labyrinthblase (lab), mit einer Oeffnung oben für den Ductus endolymphaticus, welche somit den Aquaeductus vestibuli darstellt (aq); unten dienen die ersten fünf oder sechs kleineren Oeffnungen den Acusticusästen zum Durchtritt (ac); die Zahl scheint zwischen fünf und sechs zu schwanken. Alsdann folgt ein grösseres, mit einer Membran verschlossenes Fensterchen (fco), hinter welchem die rudimentäre Schnecke ruht. Hier tritt auch der Ductus perilymphaticus hindurch, um in die Lymphräume des Gehirns zu leiten. Die letzte Oeffnung ist die des Vagus (X). Wiedersheim hat die eben abgehandelten Oeffnungen nicht richtig dargestellt.

Der Basalknochen der Caeciliiden besteht aus folgenden, bei andern Amphibien selbstständig bleibenden Knochen: 1. den Parietalia lateralia, 2. den Petrosa, 3. dem Parasphenoid und 4. der Verknöcherung aller bei den übrigen Amphibien knorplig bleibenden Partieen des Primordialschädels.

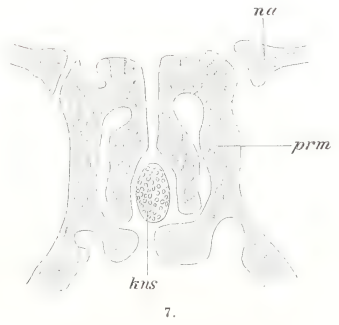
Den durch den Basalknochen dargestellten Sammelknochen hat als ganzes zuerst der geistvolle Dugès erkannt und ihn für die damalige Zeit vergleichend anatomisch richtig als Occipito-spheno-rupeal bezeichnet. Er fügte bei, in der Jugend sei der Knochen dreifach wie bei den erwachsenen Salamandern, was indessen nur eine, allerdings sehr wahrscheinlich richtige, Vermuthung sein kann; denn es standen Dugès keine jungen Exemplare zur Verfügung.

Wiedersheim unterscheidet ein Basisphenoid und ein Alisphenoid, obwohl er diese beiden Knochen nicht für getrennt hält. Eine solche Bezeichnung muss nothwendig zu Verwirrungen führen. Damit wollen wir nicht sagen, dass eine Discussion über die Frage, ob der zwischen dem Trigeminus- und dem Opticusfenster eingelassene Theil des Basalknochens dem Alisphenoid entsprechen könnte, unberechtigt sei. Wir dürfen aber nicht von einem Alisphenoid als selbstständig existierendem Knochen bei den Caeciliiden reden.

9. Das Ethmoideum. Dieser Knochen (Fig. 10 von oben, Fig. 9 von unten) ist sehr reich gegliedert und lässt zunächst zwei Haupttheile unterscheiden: eine hintere, den Vordertheil der Hirnhöhle bildende und eine vordere, den hintern Theil der Nasenhöhle darstellende Partie (Fig. 10, hs und vs). Der Hirntheil (hs) dient zur Aufnahme der Bulbi olfactorii.

Die longitudinale Mittellinie des Knochens bildet eine starke, nach vorn sich zuspitzende, dreiseitige Knochenlamelle, in der Form wie ein knöchernes Rostrum, das Septum narium (se), welches vorne als Knorpelpfahl sich fortsetzt, durch die aufsteigenden Zwischenkieferäste hindurchstreicht und erst an der vorderen Fläche der Praemaxille sein Ende findet. Wir fügen hier (pag. 167, 7) die Abbildung eines Schnittes durch die knorplige Fortsetzung des Septums bei (na bedeutet die Nasalia, prm die Praemaxille, kns die Knorpelspitze des Ethmoids).

Seitlich schliessen sich an das Septum zwei gegen die Nasenhöhle zu schalenförmig gewölbte Partieen (Figg. 9, 10, 12 vs) an, welche auf der Unterseite je in einen nach vorn schauenden wulstigen Fortsatz (Figg. 9, 10, 12, c) auslaufen. Sie dienen zur Aufnahme des hinteren Nasenblindsackes. Wir nennen sie die vordern Schalen des Ethmoids. Sie werden lateral noch eine Strecke weit knorplig nach vorne fortgesetzt, worauf Wiedersheim aufmerksam machte, und was wir bestätigen können. Die hintern Schalen des Ethmoids (Figg. 10, 12, hs) schauen gegen die Schädelhöhle und dienen zur Aufnahme der Bulbi olfactorii. Beide Schalenpaare sind von einander getrennt durch die Lamina cribrosa (Wiedersheim, Fig. 10, lc). Die äusseren Wandungen der hintern Schalen des Ethmoids, welche zugleich den vordern Theil der Seitenwände der Schädelhöhle bilden, unterscheidet Wiedersheim als Orbitosphenoide; aber wie schon oben gegen die Alisphenoide müssen wir auch hier gegen die Orbitosphenoide Wiedersheim's uns wenden. Die Caeciliiden besitzen, soweit die Untersuchungen bis jetzt geführt sind, kein Orbitosphenoid. Ueberdies halten wir es nicht für wahrscheinlich, dass der von Wiedersheim als Orbitosphenoid aufgefasste lamellöse Fortsatz des Ethmoids wirklich diesem Knochen homolog sei. Derselbe könnte doch sehr wohl nichts weiter vorstellen als eine flügelartige Verbreiterung der Siebplatte nach rückwärts zur Aufnahme der Bulbi olfactorii. Stannius suchte das Homologon der Orbitosphenoide in dem von uns Opticusfenster genannten membranösen Theile des Basalknochens (Fig. 13, op).



7.

Indem wir es aber vorziehen, dergleichen Deutungen höchst unsicher begrenzter Knochenpartieen ganz und gar zu vermeiden, müssen wir behaupten, dass die als Basisphenoid, Alisphenoid, Orbitosphenoid und Parasphenoid sonst wohl unterschiedenen Knochen den erwachsenen Caeciliiden als definierbare, abgegrenzte Stücke fehlen.

Wenn wir das Ethmoid von unten betrachten (Fig. 9), so sehen wir, dass der lamellöse Boden desselben, welcher median in das rostrumartige Septum sich auszieht, auf jeder Seite nach vorne zu in einen stumpf endigenden Fortsatz sich verlängert, auf welchen wir schon oben aufmerksam gemacht haben (Fig. 9, c). Jeder dieser Fortsätze bildet von unten betrachtet eine ziemlich scharfe Kante; gegen oben aber (Fig. 10, c) schwillt er zu einem wulstigen Gebilde an, welches auf den ersten Blick beinahe an eine rudimentäre Muschel des Ethmoids erinnern könnte. Da wir es für möglich halten, dass derselbe einer schwach beginnenden Muschelbildung des Ethmoids, einer obern Muschel, entsprechen könnte, wollen wir ihn den Processus conchoides nennen. Die untere Muschel ist, wie schon auseinandergesetzt, durch das hier vorne liegende Turbinale repräsentiert.

Am obern Umfang der Lamina cribrosa zieht zu jeder Seite des Septum eine kleine

Rinne von der Schädelhöhle nach dem Nasenraum. In ihr verläuft der obere Olfactorius (Fig. 10, os). Der untere Olfactorius durchbohrt die Lamina cribrosa unten an der Basis des Siebbeins.

Das Ethmoid der Caeciliiden wurde von Dugès entdeckt und verhältnissmässig sehr gut abgebildet. An der Spitze jedes Processus conchoides zeichnet Dugès ein kleines Knöchelchen bei dem von ihm untersuchten Siphonops annulatus, welches er Cornet, Muschel, nennt, und dem Turbinale der Anuren vergleicht. Wir haben an unserm Ichthyophis nichts davon bemerkt.

Ausser den Caeciliiden kommt ein ähnlich ausgebildetes Ethmoid unter den heutigen Amphibien nur noch Amphiuma zu, worauf Cope (4) aufmerksam machte.

10. Die Nasenhöhle. Wenn wir von einem Schädel von Ichthyophis die Frontalia, Nasalia, Praefrontalia und Turbinalia sorgfältig abtragen, so haben wir die ganze Ausdehnung der ziemlich complicierten Nasenhöhle vor uns (Fig. 4). Dieselbe ist der Länge nach in zwei Räume getrennt und zwar in den zwei hintern Drittheilen durch das Septum des Ethmoids, während das vordere Drittheil der Scheidewand durch die senkrecht aufsteigenden Processus nasales der Praemaxillaria gebildet wird (Fig. 4, pmn). Zwischen diesen setzt sich, wie schon oben bemerkt, das Septum als Knorpelstab bis nach vorne fort.

Jede einzelne Nasenhöhle ist von allen Seiten mit festen, knöchernen Wandungen umgeben und somit von der Mundhöhle ganz und gar abgeschlossen. Wir unterscheiden an jeder Nasenhöhle eine Decke und einen Boden, eine innere und eine äussere Wand. Die Decke ist in einfacher Art vom Frontale, Praefrontale und Nasale gebildet; den Boden der Nasenhöhle dagegen helfen folgende Knochen zusammensetzen: das Ethmoideum, der Vomer, das Maxillopalatinum und das Praemaxillare. Das Ethmoideum (eth) bildet mit seiner vorderen Schale den hinteren, blindgeschlossenen Theil der Höhle; weiter nach vorne zu bildet der Vomer den medianen Theil des Bodens (vo). Das Praemaxillare stellt den vordersten Theil derselben dar durch seinen oben beschriebenen Processus palatinus (pmp). Den lateralen Theil des Nasenhöhlenbodens liefert der Processus palatinus des Maxillopalatinum (mp).

Die laterale Wand der Höhle wird durch den Processus frontalis des Maxillopalatinums (mf) und durch das im dargestellten Präparat entfernte Turbinale gebildet, die mediane Wand, wie schon geschildert, durch das Septum des Ethmoids und den Processus nasalis der Praemaxille.

Wenn wir einen Blick auf die Nasenhöhle als ganzes werfen, so springt uns zunächst ein S-förmiger Wulst am Boden derselben in die Augen, welcher mit demjenigen der andern Seite, wenn wir den Schädel von vorne betrachten, die Form einer Leier zusammensetzt. Er wird in seinem hintern Theil vom Processus conchoides des Ethmoids gebildet (Figg. 4, 10, 12, c). Den vordern Theil des S-förmigen Wulstes, welcher als

directe Fortsetzung an den Conchoidfortsatz des Ethmoids sich anschliesst, stellt eine vom Vomer gebildete Verdickung dar, der Vomerwulst (Figg. 4, 12, vw). Derselbe läuft dem nach der Mundhöhle schauenden, mit Zähnen besetzten Dentalfortsatz des Vomer genau parallel. (Siehe den Holzschnitt Seite 155; vo ist der Vomer, vw der Vomerwulst.) Die Vomer- und Ethmoidwülste bilden zusammen den S-förmigen Längswulst der Nasenhöhle.

In der Mitte des Processus palatinus des Maxillopalatinum, welcher als lateraler Theil des Bodens der Nasenhöhle erscheint, liegt eine quer nach aussen ziehende Rinne (Fig. 4, jr). Dieselbe läuft in den vordern Theil der schon bei der Beschreibung der äussern Zusammensetzung des Schädels als Tentakelgrube (Fig. 3, tg) bezeichneten Einsenkung und dient zur Aufnahme des Jacobson'schen Organs, ein Verhältniss, welches wir in einem eigenen Abschnitte eingehend besprechen werden.

Median vom Ethmoid, lateral vom Maxillopalatinum umschlossen sehen wir die Choane (Fig. 4, ch) abwärts nach der Mundhöhle zu durchbrechen.

Zum Verständniss des Bildes Figur 4 sei noch mitgetheilt, dass durch Abhebung der Frontalia der vordere Theil der Schädelhöhle eröffnet wurde, in welchem die Bulbi olfactorii liegen; die hinteren Schalen des Ethmoids (hs) sind also hier sichtbar. Die Frontalia bedecken genau das Siebbein mit Ausnahme des vorderen Stückes des Septums (vergl. Fig. 4 mit Fig. 1). Lateral von den hintern Schalen des Ethmoids wurde ferner ein Theil der Schläfengrube aufgedeckt (Fig. 4, sg), welche am nicht skeletierten Thiere von Musculatur erfüllt ist.

Eine Beschreibung der Nasenhöhle von Siphonops annulatus und von einigen andern Formen gab Wiedersheim.

11. Der Unterkiefer. Derselbe weist zwei Zahnreihen auf, wie seit Joh. Müller (14), ja eigentlich schon seit Linné bekannt ist; denn wir finden in dessen Museum Adolphi Friderici von 1754 über die Unterkieferzähne der Caecilia glutinosa (= Ichthyophis glutinosus) folgende Angabe: „dentes utriusque maxillae serie duplici“ (12). Es ist jedoch noch nicht hervorgehoben worden, worauf wir hiemit aufmerksam machen möchten, dass die zweite Zahnreihe zweifellos dem Spleniale (oder Operculare) genannten Deckknochen des Unterkiefers entspricht, welcher bei den Fischen vorkommt und unter den lebenden Amphibien bei Siren, beim Axolotl und bei Salamanderlarven nachzuweisen ist. (Vergleiche über den letztern Punkt O. Hertwig, 10, pag. 26 u. a. St.). Die doppelte Zahnreihe bei Ichthyophis stellt somit einen ursprünglicheren Zustand dar als die einfache Reihe anderer Caeciliiden. Bei einigen Arten derselben ist die zweite Zahnreihe noch nicht ganz verschwunden, sondern rudimentär, worauf wir noch kurz zurückkommen werden.

Ausser Ichthyophis glutinosus L. sind noch mehrere Arten auf ihren Schädel untersucht worden. Wir folgen in der Aufzählung derselben der in dem vortrefflichen Kataloge von Boulenger (3) adoptierten Nomenclatur. Die durch Peters (15) neugeschaffene systematische Anordnung der Caeciliiden ist von Boulenger in seinem Werke acceptiert worden.

1. Caecilia gracilis, Shaw (= Caecilia lumbricoidea Daudin). Die erste Beschreibung eines Caeciliidenschädels stammt von Schneider (18); doch verdanken wir die ersten genauen und klaren Angaben Cuvier (6). Diese beziehen sich auf Caecilia gracilis, Shaw. Cuvier nennt zwar die von ihm untersuchte Species nicht mit Namen; aber die zweite Auflage seiner Leçons d'anatomie comparée enthält die Angabe (7, pag. 558), dass nur ein einziger Caeciliidenschädel ihm zur Verfügung gestanden habe, und Duvernoy (8) bemerkt zu der in seinem Atlas reproducierten alten Abbildung Cuvier's, dieselbe beziehe sich auf Caecilia lumbricoidea.

Die an dieser Species gemachten Erfahrungen bezog Cuvier auf alle Caeciliiden und gab die Darstellung des Schädels der Caecilia gracilis unter der Form einer Collectivbeschreibung desjenigen der Caeciliiden überhaupt. Die erste Darstellung stammt vom Jahre 1817; eine, für die damalige Zeit wenigstens, vortreffliche Abbildung ist derselben beigegeben (6, Band 4, Tafel VI, Figg. 1, 2, 3).

1831 untersuchte Joh. Müller (13) die Caecilia gracilis im Zusammenhange mit verschiedenen andern Species und machte zuerst auf die unter den Caeciliiden herrschenden erheblichen Unterschiede im Aufbaue des Schädels aufmerksam. Er beschrieb auch den in der Maxille verlaufenden Tentakelcanal der Caeciliiden.

1835 (14) merkte er an, dass Caecilia gracilis im Unterkiefer hinter der ersten Zahnreihe zwei ganz kleine Zähne trage.

1837 findet sich im zweiten Bande der zweiten Ausgabe der vergleichenden Anatomie von Cuvier, welche von F. G. Cuvier und Laurillard herausgegeben wurde (7), eine sehr eingehende Beschreibung des Schädels der Caecilia gracilis.

1879 fand derselbe eine erneute Darstellung durch Wiedersheim.

2. Siphonops annulatus, Mikan. Diese Form beschrieb zuerst Joh. Müller, ohne sie einer speciellen Bearbeitung zu unterwerfen (1831). Er entdeckte vier Jahre später, dass sie im Gegensatz zu Ichthyophis, welcher zwei Zahnreihen im Unterkiefer aufweise, nur eine einzige mandibulare Zahnreihe besitze (14).

Eine vorzügliche Untersuchung und Abbildung erfuhr der Schädel dieser Species durch Dugès (1835). Die Beschreibung besteht auffallenderweise in nichts weiter als einer Tafelerklärung, ein Umstand indessen, welcher dem Werthe derselben keinen Abbruch thut (9, pagg. 201 und 209; vergleiche auch pagg. 21, 23, 159).

Der von Stannius (19, 1856) gegebenen Darstellung lag eine eigene Untersuchung von Siphonops annulatus zu Grunde.

Endlich fand die Form neuerdings eine Beschreibung durch Wiedersheim.

3. Caecilia tentaculata, L. (= albiventris Daudin, = albiventris + tentaculata? Joh. Müller). Der Schädel dieser Species ist von Joh. Müller beschrieben und abgebildet worden (1831).

4. Chthonerpeton indistinctum, Reinh. et Lütk. Wurde 1879 von Wiedersheim beschrieben und abgebildet, und im selben Jahre von Peters (15).

5. Hypogeophis rostratus, Cuvier. Von Wiedersheim beschrieben.

6. Uraeotyphlus oxyurus, Dum. Bibr. Der Schädel dieser Art wurde 1879 von Wiedersheim untersucht und in seinem Bau mit demjenigen von Caecilia gracilis und Hypogeophis rostratus übereinstimmend befunden. Peters (17, 1881) unterwarf denselben jedoch einer genauen Untersuchung und kam zu dem interessanten und von Wiedersheim's Darstellung sehr abweichenden Resultate, dass der Schädel von Uraeotyphlus dieselbe Zusammensetzung zeige wie derjenige von Ichthyophis und also ebensosehr wie dieser von allen andern abweiche. Auf eine nähere Untersuchung und Besprechung der für Ichthyophis und Uraeotyphlus characteristischen Schädelknochen hat sich Peters nicht eingelassen. Es stimmt das genannte Ergebniss, wie auch Peters hervorhebt, im ganzen mit der geographischen Verbreitung beider Gattungen gut überein; eine Uraeotyphlusart, Uraeotyphlus africanus Boul., bewohnt allerdings, wie wir aus Boulenger's Katalog ersehen, Westafrika, wohin Ichthyophis sich nicht verbreitet, soviel bis jetzt bekannt geworden ist.

Von Boulenger (3) erfahren wir noch, dass Uraeotyphlus zwei Zahnreihen im Unterkiefer besitzt wie Ichthyophis, sodass also alle für Ichthyophis characteristischen Eigenthümlichkeiten des Schädels auch für Uraeotyphlus Geltung haben.

7. Gymnopis multiplicata, Peters (sollte wohl heissen Gymnops, wie Siphonops, Typhlops). Abbildung und Tafelerklärung eines Schädels durch Peters (15).

8. Herpele squalostoma, Stutchbury. Abbildung und Tafelerklärung eines Schädels durch Peters (15).

Bei allen untersuchten Formen mit Ausnahme von Ichthyophis und Uraeotyphlus besteht eine Verschmelzung der Praemaxillaria, Nasalia, Praefrontalia und Turbinalia jeder Seite zu einem Grossknochen, wie wir solche aus Verwachsungen entstandene Knochenplatten nennen wollen. Das bei Ichthyophis und Uraeotyphlus bestehende Getrenntsein dieser Theilstücke stellt einen primären Zustand dar. Ein freies Postfrontale ferner fehlt allen untersuchten Formen mit Ausnahme von Ichthyophis und Uraeotyphlus.

Bei mehreren Species kommt der mediane Balken des Ethmoids, das Septum, an der Schädeloberfläche in geringer Ausdehnung zum Vorschein, was Cuvier zuerst bei Caecilia gracilis sah; er deutete das Knöchelchen als unpaares Stirnbein. Ihm folgte darin Joh. Müller, der es bei Caecilia tentaculata zeichnete. Dugès erkannte den Knochen zuerst als Ethmoid, indem er ihn bei Siphonops auffand und untersuchte. Ausserdem besitzt dies Verhältniss Herpele squalostoma (cf. Peters, 15).

Soweit sich nach den vorliegenden Untersuchungen vermuthen lässt, sind folgende selbstständige Schädelknochen allen Caeciliiden gemeinsam: Ein Basalknochen und ein Ethmoideum; zwei Suspensoria, Vomeres, Maxillopalatina, Parietalia, Frontalia, Jugalia, Stapes.

Noch zweifelhaft ist, ob allen gemeinsam zwei freie Pterygoidea zukommen.

Allen, mit Ausnahme zweier Formen, sind gemeinsam zwei Praefronto — naso — praemaxillo — turbinalia. Ichthyophis und Uraeotyphlus besitzen im Gegensatz zu allen andern je ein Paar Praemaxillaria, Nasalia, Turbinalia, Praefrontalia und Postfrontalia.

Mit welchem Knochen das Postfrontale bei den übrigen Formen verschmolzen sein könnte, lässt sich nach den vorhandenen Abbildungen nicht beurtheilen. Wenn es mit der Maxille verschmelzen würde, so käme die Orbita in die Fläche der Maxille zu liegen, wie es Joh. Müller z. B. von Caecilia tentaculata beschreibt. Sie würde dagegen in der Fläche des Jugale liegen, wenn eine Verschmelzung dieses letztern Knochens mit dem Postfrontale stattfände, ein Fall, welcher z. B. bei Gymnopis multiplicata, Peters, eingetreten zu sein scheint (cf. Peters, 15, Fig. 7).

Da Ichthyophis und Uraeotyphlus einige Knochen des Schädels getrennt zeigen, welche bei den andern Formen verwachsen sind, so haben wir diese Gattungen, zunächst wenigstens rücksichtlich des Schädels, als die ursprünglichsten unter den lebenden Caeciliiden aufzufassen. Wir können desshalb einer Besprechung der Unterschiede, welche zwischen dem Schädel der Caeciliiden einerseits und demjenigen der Urodelen andrerseits bestehen, den von Ichthyophis und Uraeotyphlus zu Grunde legen. Die Anuren lassen wir, als den Caeciliiden nicht näher stehende Formen, bei der kurzen folgenden Betrachtung bei Seite.

Die Unterschiede, welche zwischen den Urodelen und Caeciliiden im Aufbaue des Schädels bestehen, sind wesentlich quantitativer Art und beruhen vor allem auf einer die Caeciliiden characterisierenden vollständigen Verknöcherung der bei den Urodelen knorplig bleibenden Partieen. So ist der aus knorpligem Primordialschädel, Parasphenoid und Petrosooccipitale gebildete Schädeltheil der Urodelen ein einziger Grossknochen bei den Caeciliiden geworden, der Basalknochen.

Das Ethmoideum der Caeciliiden ist der verknöcherte Ethmoidalknorpel der Urodelen; ausserdem besitzt Amphiuma schon ein Ethmoid vom Caeciliidencharacter, wie Cope (4) betonte.

Das Suspensorium der Caeciliiden ist entstanden durch Verknöcherung des Quadratknorpels mit seinem Pterygoidfortsatz und durch die Verschmelzung des Quadratums und des Squamosums der Urodelen mit ersterem Stücke zu einem Grossknochen.

Die übrigen Stücke sind so, wie sie bei Ichthyophis vorkommen, beiden Gruppen gemeinsam, mit Ausnahme des Jugale, Postfrontale und Turbinale.

Anstatt eines Jugale besitzen die Urodelen nur einen festen Bindegewebsstrang, welcher die Maxille mit dem Quadratum verbindet. Das Jugale geht indessen auch im Kreise der Amnioten leicht verloren, so z. B. bei den Schlangen und bei Sorex. Wir vermuthen, dass die Urodelen es ursprünglich besessen haben, und dass es bei ihnen zu einem Bindegewebsstrang verkümmerte, während es bei den Caeciliiden, bei welchen überhaupt, wie wir gezeigt haben, starke Tendenz zur Verknöcherung, und zwar wohl im Zusammenhang mit der wühlenden Lebensweise, besteht, monströs sich verbreiterte.

Solange man das Jugale der Caeciliiden als Temporale oder als Squamosum ansah, konnte, ja musste man die Caeciliiden als eine eigenartige Gruppe auffassen; jetzt aber steht kein Hinderniss mehr im Wege, den Caeciliidenschädel als einen Urodelenschädel zu bezeichnen und auch von dieser Seite her die Caeciliiden den Urodelen unterzuordnen.

Was endlich das Turbinale und Postfrontale betrifft, so glauben wir einerseits, dass diese Knochen ursprünglich allen Caeciliiden zukommen, aber bei der grossen Mehrzahl derselben mit umliegenden Knochen verschmolzen sind, und andrerseits, dass die gemeinsamen Vorfahren der Caeciliiden und Urodelen dieselben besessen haben. Die letztern, welche im Gegensatz zu den Caeciliiden eine Tendenz zu unvollkommener Entwicklung der Schädelknochen zu zeigen scheinen, haben mit dem Jugale auch das Turbinale und Postfrontale eingebüsst. Merkwürdigerweise tauchen indessen die drei genannten Knochen von neuem bei den Amnioten auf.

# Literaturverzeichniss.

Zu Abschnitt 1.


1. **Born, G.,** Ueber die Nasenhöhlen und den Thränennasengang der Amphibien, Morph. Jahrb., 2, 1876.
2. **Boulenger, G. A.,** Reptiles et Batraciens recueillis par M. Emile de Ville dans les Andes de l'équateur, Bull. Soc. zool. France, 5, 1880.
3. **Boulenger, G. A.,** Catalogue of the Batrachia gradientia s. caudata and Batrachia apoda in the collection of the British Museum, London, 1882.
4. **Cope, E. D.,** On the structure and affinities of the Amphiumidae, Proc. Americ. philos. soc. Philadelphia, 23, 1886.
5. **Cope, E. D.,** On the relations of the Hyoid and otic elements of the skeleton in the Batrachia, Journal of Morphology, 2, 1888.
6. **Cuvier, G.,** Le règne animal distribué d'après son organisation pour servir de base à l'histoire naturelle des animaux et d'introduction à l'anatomie comparée, tome 2, Paris, 1817; und kleiner Atlas in Band 4.
7. **Cuvier, G.,** Leçons d'anatomie comparée, seconde édition, tome 2, revu par F. G. Cuvier et Laurillard, Paris, 1837.
8. **Cuvier, G.,** Le règne animal etc., édition accompagnée de planches gravées par une réunion de disciples de Cuvier. Les Reptiles, avec un atlas, par Duvernoy, 1849.
9. **Dugès, A.,** Recherches sur l'ostéologie et la myologie des Batraciens à leurs différens âges, Mém. prés. a l'acad. sc. Paris, sc. math. et phys., 6, 1835.
10. **Hertwig, O.,** Ueber das Zahnsystem der Amphibien und seine Bedeutung für die Genese des Skelets der Mundhöhle. Eine vergleichend anatomische, entwicklungsgeschichtliche Untersuchung, Arch. f. mikr. Anat., 11, 1874, Supplementheft.
11. **Huxley, Th. H.,** A manual of the anatomy of vertebrated animals, London, 1871.
12. **Linné, C.,** Museum Adolphi Friderici regis, Holmiae, 1754.
13. **Müller, Joh.,** Beiträge zur Anatomie und Naturgeschichte der Amphibien, Zeitschrift für Physiologie, 4, 1831.
14. **Müller, Joh.,** Ueber die Kiemenlöcher der jungen Caecilia hypocyanea, Arch. f. Anat., Physiol. und wiss. Medic., 1835.
15. **Peters, W.,** Ueber die Eintheilung der Caecilien und insbesondere über die Gattungen Rhinatrema und Gymnopis, Monatsb. k. Akad. Wiss. Berlin, 1879.
16. **Peters, W.,** Bemerkungen über Robert Wiedersheim, die Anatomie der Gymnophionen, Sitz.-Ber. Ges. naturf. Freunde, Berlin, 1879.
17. **Peters, W.,** Herpetologische Mittheilungen. 3. Ueber den Bau des Schädels von Uraeotyphlus oxyurus (Dum. Bibr.), Sitz.-Ber. Gesellsch. naturf. Fr. Berlin, 1881, pag. 90.
18. **Schneider, J. G.,** Historiae amphibiorum naturalis et literariae fasciculus secundus, Jenae, 1801.
19. **Stannius, H.,** Handbuch der Anatomie der Wirbelthiere, zweite Auflage, zweites Buch, Zootomie der Amphibien, Berlin, 1856.
20. **Wiedersheim, R.,** Das Kopfskelet der Urodelen, Morph. Jahrb., 3, 1877.
21. **Wiedersheim, R.,** Die Anatomie der Gymnophionen, Jena, 1879.
22. **Wiedersheim, R.,** Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere auf Grundlage der Entwicklungsgeschichte bearbeitet, zweite Auflage, Jena, 1886.

# NASE, JACOBSON'SCHES ORGAN UND THRÄNENNASENGANG.

HIERZU TAFEL XVI UND XVII.

Das Geruchsorgan der Blindwühlen hat in der Monographie Wiedersheim's (27) eine ausführliche Bearbeitung erfahren; wir werden uns daher darauf beschränken, nur auf diejenigen Punkte genauer einzugehen, welche Wiedersheim unberücksichtigt gelassen hat, oder wo seine Angaben mit unseren Erfahrungen im Widerspruch stehen.

Die topographischen Verhältnisse der Nase werden sich am besten an der Abbildung eines Modelles erläutern lassen, welches wir nach einer Querschnittsserie auf die bekannte Weise angefertigt haben (Taf. XVI, Fig. 21). Dasselbe stellt in etwa fünfundzwanzigmaliger Vergrösserung die häutigen Theile der Nase, und zwar der rechtsseitigen Nase dar; die Knorpel und die umschliessenden Knochen sind sämmtlich weggelassen worden. Das Modell ist in unserer Figur von der ventralen Seite abgebildet; nach links schaut daher der laterale, nach rechts der mediale Rand.

Der Geruchsack (hn) nimmt, der Gestalt des Kopfes folgend, von vorne nach hinten an Breite zu; sein vorderer schmaler Theil, welcher im Querschnitt ein ziemlich regelmässiges Oval darstellt, zeigt an seiner oberen, hier nicht sichtbaren Seite eine dem lateralen Nasenrand parallel laufende Furche, welche der im Abschnitt über die Schädelknochen (pag. 155) beschriebenen Nasenmuschel ihre Entstehung verdankt. Weiter nach hinten aber, wo der Geruchsack an Breite beständig wächst, verliert er seine ovale Gestalt, indem er von unten her so bedeutend eingebuchtet wird, dass er auf seiner ventralen Seite eine tiefe und breite Längsfurche aufweist (Fig. 21). Bei Betrachtung der knöchernen Begrenzung der Nasenhöhle (pag. 168) ist auf einen am Boden derselben hinlaufenden Knochenwulst hingewiesen worden (Taf. XV, Fig. 4, vw), und dieser ist es, welcher die eben erwähnte Einbuchtung des Geruchsackes veranlasst. Auf den Figuren 17, 18 und 24 der Tafel XVI erscheint dieser Knochenwulst (vo) und der über ihn hingebogene Geruchsack (abhn, ibhn) im Querschnitt. (Vergl. hierzu auch die Bilder Wiedersheim's 27, Figg. 38 ff.).

Die beiden auf diese Weise entstandenen Buchten der Nasenhöhle verhalten sich in ihrer Epithelauskleidung verschieden. Während nämlich die mediale tiefere

(Figg. 17, 18, 24, ibhn) durchaus von Riechepithel ausgekleidet erscheint, dem allenthalben kleine flaschenförmige Bowman'sche Drüschen (bdr) eingestreut sind, zeigt der äussere niedrige Theil der lateralen Bucht (abhn) ausnahmslos blos einen Wimper- und Becherzellen-Belag. Die Grenze zwischen der eigentlichen Regio olfactoria und diesem drüsigen Theil der Nase ist durchweg eine scharfe. Ein hübsches Bild der beiden Nasenbuchten enthält die Arbeit Waldschmidt's über das Nervensystem der Gymnophionen (25, Fig. 13 a u. b).

Ausser den zahlreichen kleinen Bowman'schen Drüsen und den ebenfalls secernierenden Becherzellen besitzt jeder Geruchsack noch eine mächtige, von Wiedersheim (27) zuerst erwähnte Drüse, deren vielverschlungene Schläuche auf seiner dorsalen Fläche liegen und nach hinten bis zur Choane sich verfolgen lassen (Figg. 17, 24, ndr).

Die Choane (Figg. 18, 21, ch) bricht in den lateralen, also in den des Sinnesepithels entbehrenden Theil der Nasenhöhle (abhn) durch; der mediale (ibhn) lässt sich, wie dies auch Wiedersheim angiebt, noch eine kurze Strecke nach rückwärts vom vorderen Rand der Choanenspalte verfolgen und endet dann blind in der früher (pag. 167) beschriebenen Schale des Ethmoids.

In die Choanenspalte öffnet sich von vorne her ein kleines flaches Blindsäckchen, welches eine kurze Strecke weit unterhalb der lateralen Nasenbucht hinläuft. Sinnesepithel fehlt diesem Divertikel gänzlich; wir finden darin blos eine Auskleidung von Wimper- und Becherzellen und wollen daher dieses Säckchen als Choanenschleimbeutel bezeichnen. Die Figur 27 (Taf. XVII), welche einen Längsschnitt durch die Nase bei sehr schwacher Vergrösserung wiedergiebt, zeigt die Einmündung dieses Beutels (chb) in die Choane (ch); ein ähnliches Bild erhält man auf Querschnitten durch diese Stelle (Taf. XVI, Fig. 18, chb). Etwas vor der Choane trifft man auf Querschnitten den Beutel ohne Verbindung mit der Nasenhöhle unter ihrer lateralen Bucht gelegen an (Fig. 24, chb); noch weiter vorne begegnet man seinem blinden Ende (Fig. 23, chb). Am Modellbild (Fig. 21) ist dieser Divertikel (chb) ebenfalls wohl erkennbar. Auf eine in der medialen Wand der Choanenspalte von uns aufgefundene Drüse (Fig. 18, chdr) werden wir in einem späteren Abschnitt zu reden kommen.

Derjenige Theil der Nase aber, welcher am meisten unser Interesse in Anspruch nehmen muss, ist ein Organ, das wir, späteren Auseinandersetzungen vorgreifend, gleich als das Jacobson'sche bezeichnen wollen. An unserem Modell (Fig. 21) sehen wir unterhalb des hinteren Theils der lateralen Nasenbucht zu ihrer Längsrichtung quer ein schlauchförmiges Organ (jo) von beträchtlicher Grösse von aussen nach innen ziehen. Am Knochenwulst, über welchen der Geruchsack sich hinüberwölbt und der auf unserem Bilde weggelassen ist, angekommen, biegt es rechtwinklig um, läuft eine Strecke weit der Längsrichtung der Nase parallel nach hinten und setzt sich ganz nahe vor der Choane mit dem Geruchsack in Verbindung. Das Organ bildet also einen rechten Winkel, dessen längerer Schenkel zur Längsrichtung der Nase quer steht und dessen kürzerer ihr parallel läuft.

Bei der Schilderung der knöchernen Begrenzung der Nasenhöhlen ist auf eine Furche aufmerksam gemacht worden, welche im Oberkieferknochen von innen nach aussen zieht (Taf. XV, Figg. 4 und 15, jr). In dieser Furche liegt der querstehende Theil des Jacobson'schen Organs eingebettet, und zwar ist sein laterales Ende in einer förmlichen Knochenbucht eingeschlossen. Der kürzere Längstheil läuft dem Vomerwulste parallel, zwischen ihm und einer besonderen Knorpelschale eingelagert.

Dieser Knorpel ist von äusserst complizierter Gestalt: er bildet mit seinem breitesten Theil eine Scheidewand zwischen dem quer verlaufenden Schenkel des Jacobson'schen Organs und dem Choanenschleimbeutel, beide Organe in leichte Einbuchtungen aufnehmend, von denen also die eine nach vorne, die andere nach hinten sieht. Mit einer medialwärts gegen den Vomerwulst schauenden Bucht erzeugt er mit diesem den Canal, in welchem der longitudinale Schenkel des Jacobson'schen Organs eingelagert liegt. In den beiden Querschnitten (Fig. 22 und 23) kann man diesen halbknöchernen (vo), halbknorpligen (kn) Längscanal erkennen. Die knorplige Scheidewand zwischen Jacobson'schem Organ und Choanenschleimbeutel ist auf dem in Fig. 27 (Taf. XVII) dargestellten Längsschnitt bei kn zu sehen. Es fiel dieser Schnitt durch den lateralen Theil des Geruchsackes, das Jacobson'sche Organ (jo) ist daher quer getroffen.

Aus den oben geschilderten topographischen Verhältnissen des Jacobson'schen Organs folgt, dass, wenn man durch einen Kopf von vorne nach hinten eine Querschnittsserie legt, man zuerst auf die vordere blinde Wand des queren Schenkels stossen wird; dann folgen Schnitte, die das Lumen treffen (Fig. 17, jo); noch weiter rückwärts erreicht man die hintere blinde Wand des queren Schlauches und zugleich den medialen, in der Längsrichtung verlaufenden Schenkel des Organs. Dieser letzteren Partie entstammen die Figg. 22 u. 23 (jo). Endlich öffnet sich das Organ in die Nasenhöhle und zwar von der medialen Seite her in die laterale Bucht derselben (Fig. 24, jo), und damit hat es sein Ende erreicht. Die mediale Stellung dieser Einmündung wird uns später noch mehrfach beschäftigen. Eine kurze Strecke hinter dieser Stelle bricht die Choane durch; doch hat das Jacobson'sche Organ mit ihr durchaus keine Verbindung, und die einzige Communication, die dasselbe beim ausgewachsenen Thiere mit der Nasenhöhle und also indirect mit der Mundhöhle besitzt, ist die eben geschilderte kleine Oeffnung seines hintersten Endes; sonst ist es vom Geruchsack gänzlich abgeschlossen.

Das Jacobson'sche Organ ist in seiner ganzen Länge von Sinnesepithel ausgekleidet, welches mit demjenigen der Regio olfactoria in allen Punkten übereinstimmt. Nur ist es in diesem Organ noch weit mächtiger entwickelt als in der eigentlichen Nase, wie ein Blick auf unsere Figur 17 sofort lehrt.

Das Riechepithel kleidet die Jacobson'sche Höhle nicht gleichmässig aus: im queren Schenkel ist es, wie Figur 17 zeigt, blos die untere Wand, welche so ausserordentlich mächtiges Sinnesepithel trägt, während die Decke oberhalb des ziemlich engen Lumen's eine weit geringere Mächtigkeit aufweist; in der längs gerichteten Partie (Figg. 22 u. 23, jo)

ist es die mediale Hälfte, der das höhere Epithellager aufruht, während die laterale dünner erscheint und leistenartig in das Lumen vorspringt, wodurch dieses eine nierenförmige Gestalt erhält, ein Verhältniss, das in der queren Partie nicht so deutlich hervortritt. Auf die histologischen Details glauben wir an dieser Stelle verzichten zu dürfen.

Innerviert wird das Organ vom ventralen Olfactorius, und zwar ist es in äusserst reichlicher Weise mit Nervenfasern bedacht. Wir werden auf die Art der Innervierung bei der Besprechung der Frage, ob das Organ mit Recht als ein Jacobson'sches bezeichnet werden darf, zurückzukommen haben.

Das laterale Ende des Jacobson'schen Organs, welches, wie oben geschildert, in einer Bucht des Oberkiefers eingelagert liegt, ist von Drüsenschläuchen reichlich umsponnen. Wenn man Längsschnitte durch die Maxille anfertigt (Fig. 25, ma), so gewahrt man von ihr rings umschlossen das jetzt quer getroffene laterale Ende des Organs (jo) und darum zahlreiche sich verzweigende Drüsenäste (jdr). Alle diese Schläuche ergiessen ihr Secret in das Jacobson'sche Organ; ihre Einmündungen sind leicht zu constatieren, und zwar öffnen sie sich stets an denjenigen Stellen in das Organ, wo dessen dünnere Decke seitlich in den viel mächtigeren Boden übergeht. Die ganze Drüse wollen wir als diejenige des Jacobson'schen Organs bezeichnen.

Von der früher erwähnten, in die eigentliche Nasenhöhle mündenden Drüse (Fig. 17, ndr) sind ihre Schläuche leicht zu unterscheiden; denn, während die Cylinderzellen, welche die Gänge der ersteren auskleiden, mit Ausnahme des basal liegenden Kernes durch Karmin ungefärbt bleiben, erscheinen die Zellen der Jacobson'schen Drüse mit röthlichen groben Körnchen dicht erfüllt, und das Lumen, das diese Zellen umgrenzen, ist erheblich kleiner und unklarer als in der anderen Drüse.

Vom lateralen Ende des Jacobson'schen Organs geht noch ein anderer Gang ab, der von den Drüsenschläuchen sich auf den ersten Blick unterscheidet. Dieser Canal theilt sich alsbald in zwei Aeste (Figg. 21 und 17, $th_1$ und $th_2$), welche die Maxille durchbohren, nach vorne und unten ziehen und endlich an der Oberlippe sich nach aussen öffnen. Die Mündungen der beiden Canäle befinden sich am vorderen Rande des sogenannten falschen Nasenloches, aus welchem der Tentakel zu Tage tritt. Dasselbe liegt bekanntlich bei allen Caecilien zwischen der äusseren Nasenöffnung und dem Auge; bei Ichthyophis ist es dem Auge näher als der Narine jederseits im Bereich der Oberlippe zu finden (siehe für die Lage desselben Taf. XIX, Fig. 65, te).

Figur 20 zeigt die Ausmündung eines der beiden Canäle ($th_1$); im nächsten Schnitt würde diejenige des anderen ($th_2$) zu finden sein. An Flachschnitten gerade durch die Mündung des Tentakelsackes gelegt (Taf. XVIII, Fig. 47) erkennt man am vorderen Rande derselben die Oeffnungen beider Canäle ($th_1$, $th_2$) und noch klarer an dem später zu besprechenden Modellbild (Taf. XVIII, Fig. 56).

In Fig. 19 sind die beiden Gänge ($th_1$ und $th_2$) dargestellt, während sie sich noch innerhalb des Maxillarcanales (ma) befinden. Ihr Epithel besteht aus zwei Zellenlagen,

einer inneren, mehr cylindrischen, deren ovale Kerne senkrecht auf die Axe des Ganges stehen und einer äusseren, mit mehr rundlichen Kernen versehenen niedrigeren Zellenschicht. Nach aussen davon folgt um jeden Canal eine starke Hülle aus Bindesubstanz, welche mit Carmin sich intensiv färbt und ein glänzend hyalines Aussehen gewinnt; sie dient offenbar dazu, das Lumen der beiden Gänge klaffend zu erhalten. Wenige Schnitte weiter nach innen erfolgt dann die Vereinigung der beiden Canäle zu einem gemeinschaftlichen Gange und fast unmittelbar darauf dessen Einmündung in das Jacobson'sche Organ. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass die beiden auf der äusseren Haut ausmündenden Canäle den Thränenröhrchen, das kurze gemeinsame Endstück, welches in das Jacobson'sche Organ sich öffnet, dem Thränennasengang der übrigen Amphibien und höheren Vertebraten entspricht. Dieses Ergebniss, für welches uns die Entwicklungsgeschichte die Beweise an die Hand geben wird, ist um so wichtiger, als bisher der ganzen Gruppe der Caeciliiden ein Thränennasengang abgesprochen worden ist (conf. Wiedersheim 29, pag. 392).

Die erste Erwähnung dieser Gänge bei den Caecilien finden wir bei Leydig (17). In seiner 1868 erschienenen Arbeit über die Schleichenlurche widmete er der „falschen Nasenöffnung" von Siphonops (Caecilia) annulatus und Caecilia gracilis (lumbricoidea) besondere Aufmerksamkeit und fand dabei zwei vorne in diese Grube sich öffnende Röhren. In der Tiefe sah er die beiden Canäle, deren dicke Wandung er bei Siphonops als von einer gewissen hornigen, gelblichen Beschaffenheit schildert, schlingenförmig in einander übergehen. Ueber das weitere Schicksal, namentlich darüber, ob am Gipfel der Schlinge eine Oeffnung in den Raum nach hinten bestehe, vermochte Leydig keine Klarheit zu gewinnen. Bau und Aussehen dieser Gänge erinnerten ihn einigermaassen an die Gallertröhren der Selachier. Die beiden von Leydig gesehenen Canäle sind sicherlich die Thränenröhrchen; ihr schlingenförmiger Uebergang entspricht der Vereinigung derselben zum einfachen Thränennasengang.

Elf Jahre nach Leydig's Arbeit erschien diejenige Wiedersheim's (27), in welcher die beiden Gänge eine wesentlich andere Deutung erfahren. Wiedersheim glaubte nämlich in ihnen die Ausführungsgänge einer Drüse zu erkennen, und zwar derjenigen, welche wir mit mehreren Schläuchen in das Jacobson'sche Organ haben münden sehen (vergl. Fig. 25). Wegen der Beziehungen der beiden Gänge zur Oeffnung des Tentakelsackes (dem falschen Nasenloch) belegte Wiedersheim die Drüse mit dem Namen „Tentakeldrüse".

Greeff (11), welcher Dermophis (Siphonops) thomensis, Bocage, untersuchte, hat sich in der Deutung der Gänge und der Drüse an Wiedersheim angeschlossen. Wie wir aber jetzt wissen, kann diese Ansicht nicht aufrecht erhalten werden. Bei Ichthyophis wenigstens ergiesst die betreffende Drüse ihr Secret in das Jacobson'sche Organ und hat mit den beiden Röhren keine Verbindung; die beiden Canäle sind nicht Drüsenausführgänge, sondern münden mit einem kurzen gemeinschaftlichen Endstück in das Jacobson'sche Organ. Auf unsere Deutung als Thränenröhrchen kommen wir bei der Entwicklungsgeschichte noch einmal zurück.

Die erste Beschreibung des Jacobson'schen Organes finden wir in der nun schon oft citierten Monographie Wiedersheim's; seine anatomischen Angaben weichen aber von unseren Befunden ziemlich bedeutend ab, und zwar beruht eine der Hauptdifferenzen darin, dass Wiedersheim das Jacobson'sche Organ, oder wie er es nennt, die Nebennasenhöhle, von dem anderen, weiter oben von uns beschriebenen Divertikel des Geruchsackes, dem Choanenschleimbeutel, nicht auseinanderhält. Was Ichthyophis (Epicrium) betrifft, so habe (27, pag. 37) die Nebennasenhöhle keine Verbindung mit der Hauptnase; ferner werde sie nicht weit vor der Choane durch eine Knorpelplatte in zwei Cava zerfällt, von denen das eine blind ende, das andere zugleich mit der Hauptnase in die Choane durchbreche. Aus Wiedersheim's Bildern (Figg. 38—42) und unseren Ergebnissen lässt sich mit Sicherheit folgern, dass er die Einmündung des Jacobson'schen Organs in die Nasenhöhle nicht gesehen, und ferner, dass er den in die Choane sich öffnenden Schleimbeutel, welcher, wie wir wissen, durch eine Knorpelplatte vom Jacobson'schen Organ völlig abgetrennt ist, für einen Theil desselben gehalten hat.

Auf eine Besprechung der übrigen von Wiedersheim bearbeiteten Caecilienformen wollen wir hier der Kürze halber nicht eingehen und es weiteren Forschungen überlassen, zu entscheiden, ob sich in der That bei diesen so bedeutende Differenzen von Ichthyophis finden.

Um kurz die Ergebnisse unserer Untersuchung des Jacobson'schen Organs zu wiederholen, so haben wir gefunden, dass unterhalb des Geruchsackes eine zweite, kleinere Höhle liegt, die mit der ersteren nur durch eine enge Oeffnung unweit vor der Choane in Verbindung tritt, sonst aber gänzlich von ihr abgeschlossen ist; dass diese Nebenhöhle einen Belag von äusserst mächtig entwickeltem Riechepithel trägt, vom ventralen Olfactorius reichlichst innerviert wird und eine eigene Drüse besitzt; dass endlich dieses Organ mit der Aussenwelt durch den Thränennasengang, der sich alsbald in zwei Thränenröhrchen spaltet, in Verbindung steht.

Unwillkührlich drängt sich nun die Frage nach der physiologischen Bedeutung dieses so hoch differenzierten Organcomplexes auf. Was zunächst den Thränennasengang betrifft, so dient er bekanntlich bei den übrigen Amphibien, den Reptilien (mit Ausnahme der Schlangen, wo er besondere Verhältnisse eingeht), den Vögeln und Säugern zur Ableitung des überschüssigen, zur Befeuchtung der Vorderfläche des Auges gelieferten Drüsensecretes in die Nasen- oder Mundhöhle. Bei unserem Thiere nun ist das rudimentäre Auge unter der Haut versteckt und der Vertrocknung nicht mehr ausgesetzt. Die Orbitaldrüse braucht ihm daher keine Befeuchtungsflüssigkeit zu liefern, ihr gesammtes reichliches Secret fliesst vielmehr, wie wir später noch genauer verfolgen werden, aus der vom Auge weit entfernten Oeffnung des Tentakelsackes aus. An der vorderen Umgrenzung dieser Mündungsstelle öffnen sich auch die Thränenröhrchen, und nun entsteht die Frage, ob sie vielleicht auch hier von diesem Secret aufnehmen und durch das Jacobson'sche Organ in die

Nasenhöhle zurückleiten. Eine genauere Betrachtung lässt diese Möglichkeit fast ausgeschlossen erscheinen; denn erstlich liegt die Oeffnung der beiden Canäle an der Oberlippe beträchtlich tiefer als das innere, nasale Ende des Thränengangs, während bei allen anderen Formen das Umgekehrte der Fall ist, und dadurch würde eine Zurückleitung des Secretes auf's äusserste erschwert. Ferner kann hier von überschüssigem Secret, dem ein besonderer Abzugsweg geschaffen werden müsste, nicht die Rede sein, da der zarte, aus eben dieser Oeffnung an der Oberlippe hervortretende Tentakel sicherlich einer beständigen reichlichen Benetzung bedarf.

Andererseits könnte vielleicht daran gedacht werden, dass der Thränengang das Secret der Drüse, die in das Jacobson'sche Organ mündet, nach aussen abzuleiten hätte und somit doch auf einem Umweg als ihr Ausführgang functionierte. Allein auch dies ist äusserst unwahrscheinlich. Das Secret dieser Drüse findet einen bequemeren und weiteren Abflussweg durch die Oeffnung des Jacobson'schen Organs in die Nasenhöhle, und ferner ist die betreffende Drüse, wie wir sehen werden, bei der Larve schon mächtig ausgebildet und schon lange in Function, bevor der Thränengang mit dem Jacobson'schen Organ eine Verbindung eingegangen hat und zu ihrem Ausführgang hätte werden können.

Die Vereinigung dieser beiden Organe erfolgt vielmehr erst, wenn das Thier sich anschickt, das Wasserleben mit dem Landaufenthalt zu vertauschen, und dies darf bei der Frage nach der Function nicht ausser Acht gelassen werden. Da wir bei dem immerhin sehr engen Verbindungsweg zwischen Nasenhöhle und Jacobson'schem Organ kaum daran denken können, dass aus der ersteren ein genügender Luftstrom in das letztere zu gelangen vermöchte, um die so ausserordentlich hohe Entwicklung seines Sinnesapparates verständlich zu machen, so haben wir uns folgende Hypothese gebildet: Wir glauben, dass, wenn das Thier einathmet, durch die Thränenröhrchen, deren ziemlich weites Lumen vermöge ihrer starren bindegewebigen Hülle klaffend erhalten bleibt, und deren Mündungen durch das Secret der Orbitaldrüse beständig von anhaftenden Erdtheilchen gereinigt werden, Luft angesogen wird. Die Zusammensetzung dieser Luft kann dann in dem so überaus sinnlich entwickelten Jacobson'schen Organ einer Prüfung unterzogen werden, und es würde dadurch das Thier Kenntniss erhalten von der Beschaffenheit des Erdreiches, in welchem es seine Gänge bohrt. Die beiderseitigen Jacobson'schen Organe mit ihren Zuleitungswegen, den Thränengängen, würden dann einen Schnüffelapparat darstellen, welcher dem Thiere bei seiner wühlenden Lebensweise vielleicht von grossem Nutzen sein könnte. Ein stricter Beweis für diese Art der Function lässt sich freilich einstweilen nicht liefern; doch scheint uns diese Auffassung am besten die Eigenthümlichkeit der ganzen Einrichtung zu erklären.

Bevor wir das Organ, das wir das Jacobson'sche nennen, mit den gleichnamigen Gebilden anderer Thierclassen vergleichen, wollen wir einige Bemerkungen über die Entwicklung der Nase von Ichthyophis vorausschicken.

Wenn man durch den Kopf eines Embryos, der ungefähr im Stadium der Fig. 38 (Taf. IV) sich befindet, Querschnitte legt, so erhält man von der Nasenhöhle Bilder, wie sie die

Figg. 35, 36 und 37 (Taf. XVII) wiedergeben. Das enge Lumen der Nase besteht aus zwei Divertikeln, einem oberen äusseren und einem, der nach unten und etwas nach innen schaut. Der letztere erscheint im hinteren Bezirk der Nase als eine kleine Rinne (Figg. 35, 36, jo); in der Nähe der äusseren Nasenöffnung (n) geht er in einen mächtigen medialwärts gerichteten Blindsack (Fig. 37) über.

Die kleine nach unten und innen schauende Rinne ist, wie wir gleich bemerken wollen, die Anlage des Jacobson'schen Organs. Bei nur wenig älteren Embryonen beginnt nun eine Drehung sich einzuleiten, welche die ursprünglich medialwärts gerichtete Ausbuchtung in eine immer mehr laterale Stellung bringt. Die Figuren 38 und 39 entstammen einem Embryo, der nur sehr wenig weiter entwickelt war als der, dessen Nase eben geschildert worden. In der Nähe der Choane finden wir die beiden Blindsäcke noch in derselben Stellung wie früher (Fig. 38, hn und jo); aber weiter nach vorne hin dreht sich die ganze Nase so, dass die Anlage des Jacobson'schen Organs an die laterale Seite der Hauptnase zu liegen kommt (Fig. 39, jo).

Wenn man endlich einen Embryo, der dem Ausschlüpfen nahe ist, untersucht, so findet man das Organ als einen an der lateralen Seite jeder Nasenhöhle von vorne nach hinten ziehenden Divertikel (Fig. 26, jo), welcher auf der ganzen Strecke mit ihr communiciert. Erst in der Nähe der Choane ändert es seine Stellung und rückt aus der lateralen in eine mediale Lage (Fig. 28, jo). Im hinteren Theile hat es also seine ursprüngliche Stellung beibehalten, während es weiter vorne wegen einer Drehung des ganzen Nasensackes aus seiner früheren medialen Lage in eine laterale übergeführt wurde. Zugleich rückt in Folge stärkeren Wachsthums der vorderen Nasenpartie das Jacobson'sche Organ relativ immer mehr nach hinten.

Schon bei Embryonen dieses Alters findet sich die Drüse des Jacobson'schen Organs angelegt (Fig. 26, jdr), und bereits liessen sich mehrere Ausführgänge mit Sicherheit constatieren, während von den anderen Drüsenbildungen der Nase noch keine Spur vorhanden ist und auch der Choanenschleimbeutel noch gänzlich fehlt.

Gehen wir nun zu den freischwimmenden Larven über. Hier muss zunächst bemerkt werden, dass, wie dies überhaupt bei Amphibienlarven eine allgemeine Erscheinung ist, die Grösse nicht als Maassstab für die innere Entwicklung genommen werden kann. Wir haben Thiere von 15 und mehr Centimeter Länge gefischt, welche noch alle Charaktere von Larven an sich trugen, während wir andererseits landbewohnende Exemplare mit allen Eigenthümlichkeiten der erwachsenen Blindwühle fanden, die blos 12 Centimeter maassen.

Wir wählen zunächst ein Thier, das sich in allen Eigenschaften als eine echte Larve charakterisiert, mit klaffendem Kiemenloch, stark entwickeltem Schwanzsaum, deutlichen Augen und Seitenorganen und einer im Ganzen einförmig graublauen Farbe des Körpers, an welchem die leuchtend gelben Bänder, die den erwachsenen Ichthyophis schmücken, erst als undeutliche hellere Streifen erscheinen, ein Thier von etwa 13 Centimeter Länge. Wie beim Embryo, so fallen auch hier noch im Bau des Geruchsackes sofort bedeutende

Unterschiede gegenüber der des landbewohnenden Thieres auf. Ein Modell einer Larvennase (Fig. 31), in gleichem Maassstab und in gleicher Weise angefertigt wie das oben beschriebene des ausgewachsenen Ichthyophis zeigt auf den ersten Blick die grossen Differenzen. Dasselbe stellt ebenfalls die rechtsseitige Nase dar und ist wie das andere Modell (Fig. 21) von der ventralen Seite abgebildet.

Der Geruchsack (hn) nimmt zwar auch von vorne nach hinten an Breite zu, allein es fehlt ihm noch die mächtige Einfaltung, welche die Nase des alten Thieres so tief einbuchtet; sein Querschnitt ist daher durchweg ein flaches Oval (Figg. 29, 30, hn). Auf Figur 29 erkennt man auch sofort, dass die beim alten Thiere so beträchtliche, von Wimper- und Becherzellen ausgekleidete laterale Bucht hier erst durch ein ganz kleines Beutelchen repräsentiert ist (Fig. 29, abhn).

Ferner fehlt der beim erwachsenen Ichthyophis im Niveau der Choane gelegene hintere Blindsack der medialen Nasenbucht (Fig. 21), und es liegt daher die Choane (ch) im allerhintersten Theile der ganzen Nase (Fig. 31); es fehlen ferner solchen Larven immer noch die Nasendrüsen und die an der Choanenspalte gelegenen Schläuche. Das späte Auftreten der drüsigen Bildungen in Nase und Mundhöhle ist übrigens eine bei anderen Thieren schon öfters constatierte Thatsache; so betonen dies z. B. für die Ophidier Reichel (23, pag. 46) und Wright (31, pag. 392).

Um so auffallender ist es daher, dass bei unseren Larven die Drüse des Jacobson'schen Organs, die wir bei Embryonen schon angelegt fanden, nun bereits sehr mächtig entwickelt ist und mit ihren Schläuchen das vordere blinde Ende desselben reichlich umhüllt. Der Choanenschleimbeutel ist vorhanden, aber noch sehr klein (Fig. 31, chb).

Die Stellung des Jacobson'schen Organs ist noch eine ganz andere als bei der ausgewachsenen Blindwühle. Das Modell (Fig. 31) zeigt uns dasselbe (jo) dem Geruchsack parallel an seinem lateralen Rande nach hinten ziehen und dann sich etwas medialwärts wenden.

Wenn man eine Schnittserie von vorne nach hinten durch die Larvennase legt, so bekommt man zuerst nur den ovalen Querschnitt des Geruchsackes; dann trifft man lateral von ihm auf die Drüsenschläuche, welche das vordere blinde Ende des Jacobson'schen Organs umgeben (Fig. 29, jdr und jo). Bald darauf erhält man die offene Verbindung der Nasenhöhle und des Jacobson'schen Organs, welche parallel neben einander hin laufen (Fig. 30). So bleibt es eine lange Strecke, bis allmählig gegen die Choane hin das Organ aus seiner lateralen Stellung in eine mediale übergeht (Fig. 32). Endlich, wo die Choane durchbricht, trifft man noch das hinterste blinde Ende des Jacobson'schen Organs, an der medialen Wand des vordersten Endes der Choanenspalte gelegen, an (Fig. 33, jo), während beim erwachsenen Thier das Organ die Choane nicht mehr berührt. Eine Verbindung des Thränennasenganges mit dem Jacobson'schen Organ ist noch nicht vorhanden.

Erst, wenn die Larven sich vorbereiten, ihr altes Element zu verlassen, wenn der Flossensaum des Schwanzes schwindet, die Tentakelanlage äusserlich sichtbar wird und

die gelben Seitenbänder deutlicher hervortreten, vollziehen sich im Geruchsorgan wesentliche Veränderungen: der Thränengang gewinnt eine Oeffnung in das Jacobson'sche Organ, die Schläuche der Nasendrüsen werden sichtbar, und die laterale Becher- und Wimperzellenbucht der Nasenhöhle gewinnt rasch an Ausdehnung (Fig. 34, abhn). Zu gleicher Zeit kommt das Jacobson'sche Organ mehr unterhalb des Geruchsackes zu liegen, doch erhält sich immer noch auf eine weite Strecke seine offene Verbindung mit demselben.

Schon bei den jüngsten landbewohnenden Blindwühlen, die wir untersuchen konnten, fanden wir das Jacobson'sche Organ zur Längsrichtung der Nase quer gestellt und seine Abschnürung vom Geruchsack vollzogen, mit dem es nun nur noch durch seine etwas vor der Choane gelegene Einmündung in Verbindung steht, während es andererseits durch den Thränengang nach der Aussenwelt sich öffnet.

Die Seltenheit solcher Larven, bei denen die eben beschriebenen Veränderungen sich vollziehen, legt die Vermuthung nahe, dass die Umgestaltungen des Geruchsorganes in relativ kurzer Zeit vor sich gehen; und doch sind die Differenzen zwischen der Nase einer Larve und der eines erwachsenen Ichthyophis grösser, als sie zwischen zwei Genera einer Familie zu bestehen pflegen.

Was aber trotz aller Veränderungen dauernd sich erhält, das ist die mediale Stellung der Einmündung des Jacobson'schen Organs in die Nasenhöhle, ein Verhältniss, das auch beim ausgewachsenen Thier noch bedeutsam genug auf die Entstehung dieses Organs als einer ursprünglich medialwärts gerichteten Ausbuchtung des Geruchsackes hinweist.

In einer Notiz über die Stammesentwicklung des Jacobson'schen Organs hat Wiedersheim (28) seine „Nebennasenhöhle" der Caecilien den Jacobson'schen Organen der Reptilien und Säuger homologisiert; in seinem Lehrbuch der vergleichenden Anatomie führt er dann die Frage weiter aus und sagt (29, pag. 399 u. 400), die Bedingungen eines Jacobson'schen Organs erfülle vollkommen der „Nebennasenraum" der Schleichenlurche, welcher dem Maxillarraum sämmtlicher Wirbelthiere als homolog zu erachten sei; unabhängig aber von diesem Organ der Gymnophionen existierten bei Sauriern und Schlangen gewisse Apparate, die ihrer ganzen Anlage und ihren Beziehungen zum Geruchsorgan nach dieselbe physiologische Function zu erfüllen im Stande seien; diese stellten die eigentlichen Jacobson'schen Organe der früheren Autoren dar.

Wir sind nicht der Ansicht, dass hier gewissermaassen nur eine physiologische Uebereinstimmung herrsche, sondern glauben, namentlich auch auf die Entwicklungsgeschichte uns stützend, dass das Jacobson'sche Organ der Caecilien und dasjenige der Saurier, Schlangen und Säugethiere auch morphologisch homologe Bildungen sind, und dass somit die Verbreitung dieses Organs eine grössere ist, als man bis jetzt anzunehmen pflegte.

Das Jacobson'sche Organ der Reptilien entsteht nach den übereinstimmenden Angaben sämmtlicher Autoren als eine mediale Ausstülpung der Riechhöhle in das Septum hinein. Im Laufe der Entwicklung schnürt sich dann dieser Divertikel immer mehr von

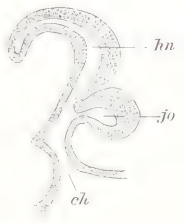
der Nasenhöhle ab und gewinnt endlich nach Verschluss jeder Verbindung mit derselben eine eigene Ausmündung am Gaumen in die Mundhöhle hinein (vergleiche die Arbeiten von Rathke (22), Fleischer (9), Born (4, I, III), Beard (1) etc.).

Von den Säugethieren wird dasselbe berichtet; auch hier tritt das Organ zunächst als medialer Divertikel auf, der sich bei einigen Formen von der Nase gänzlich abschnürt und endlich in die Stenson'schen Gänge mündet, bei anderen eine enge Verbindung mit der Nasenhöhle beibehält und keine Oeffnung nach dem Gaumen hin gewinnt (vergleiche die Arbeiten von Dursy (6), Fleischer (9), Kölliker (14) etc.).

Bei der Blindwühle nun sahen wir das Organ ebenfalls als eine etwas gegen die Medianebene gerichtete Ausbuchtung der Nasenhöhle seine Entstehung nehmen, und erst im Laufe der Entwicklung erfuhr es die beträchtlichen Verschiebungen, die ihm eine so eigenartige Stellung zu verleihen scheinen. Wie bei den anderen Formen löst es sich immer mehr von der eigentlichen Nasenhöhle ab, ohne aber jemals seine Verbindung mit derselben ganz aufzugeben und eine Beziehung mit der Mundhöhle einzugehen, wie dies bei Sauriern und Schlangen schliesslich geschieht.

Die Uebereinstimmung in der Entstehungsweise des Organs geht so weit, dass gewisse Bilder, die von der Entwicklung desselben bei Reptilien gezeichnet worden sind,

1.




2.

sich direct auf unsere Figuren beziehen lassen. Man vergleiche z. B. den vorstehenden Holzschnitt (1), welcher aus Beard's Arbeit (1, pag. 766, Fig. 29) entnommen ist und die Anlage des Jacobson'schen Organs eines Sauriers darstellt, mit unserer Figur 37 (Taf. XVII), oder den Holzschnitt (2), welcher nach Born (4, I, Taf. VII, Fig. 23) das Jacobson'sche Organ eines Embryo's von Lacerta agilis wiedergiebt, mit unserer Fig. 33, um sofort die grosse Aehnlichkeit zu erkennen.

Nachdem somit eine bedeutsame Uebereinstimmung in der Entstehungsweise des Organs bei Ichthyophis und den übrigen Formen hat nachgewiesen werden können, darf die abweichende Lagerung beim ausgewachsenen Thier nicht als Grund gegen eine Homologisierung angeführt werden. Es darf dies um so weniger geschehen, als schon unter den verschiedenen Sauriern Born (4, I) sehr beträchtliche Verlagerungen der einzelnen

Nasenabschnitte gegen einander beschrieben hat, die alle auf secundäre Wachsthumserscheinungen sich zurückführen lassen.

Der Bau des Jacobson'schen Organs von Ichthyophis stimmt mit den Beschreibungen anderer Formen ebenfalls genau überein; selbst die pilzhutartige Einbuchtung, welche bei den Reptilien so auffallend erscheint, ist durch die leise Einfaltung der dünneren Wand des Organs angedeutet (Taf. XVI, Figg. 22, 23, jo). Ferner fehlen auch Drüsen den Jacobson'schen Organen der anderen Formen nicht, und die Uebereinstimmung in ihrer Anordnung ist überraschend genug, wenn wir unsere Figur 25 (Taf. XVI) mit dem nebenstehenden Holzschnitt (3) vergleichen, welcher nach Klein (13, Fig. 11, Taf. 31) das Jacobson'sche Organ des Kaninchens wiedergiebt. Hier wie dort münden die Drüsen an denjenigen Stellen ein, wo die dünnere Wand des Organs seitlich in die dickere Hälfte übergeht.

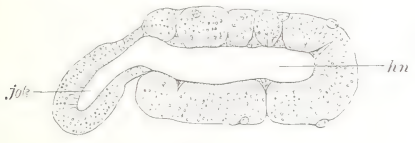
Als eine weitere Stütze für die Homologie des Jacobson'schen Organs von Ichthyophis mit dem der Reptilien kann seine Innervierung gelten. Wiedersheim (27) hat bekanntlich bei den Caecilien jederseits einen doppelten, getrennt vom Riechbulbus entspringenden Olfactorius nachgewiesen, von denen der dorsale am Dach und der Innenwand der Nasenhöhle sich verbreitet, der ventrale den Boden des Geruchsackes versorgt und mit reichlichen Zweigen das Jacobson'sche Organ innerviert.

Nach Waldschmidt (25, pag. 467) sollen schon allein durch den vierfachen Olfactorius die Schleichenlurche eine Sonderstellung in der ganzen Vertebraten-Reihe einnehmen. Dies können wir nicht zugeben; denn, wenn wir z. B. die Schlangen zum Vergleiche beiziehen, so haben wir dort nach Leydig (18, pag. 323) ebenfalls jederseits zwei getrennt vom Lobus olfactorius des Gehirns ausgehende Riechnerven, einen dorsalen und einen ventralen, und dieser letztere ist es, welcher das Jacobson'sche Organ innerviert, so dass wir bei den Schlangen absolut das gleiche Verhältniss wie bei Ichthyophis haben. Darum glauben wir auch Beard widersprechen zu müssen, welcher (1, pag. 773—774) die beiden Nerven der Blindwühlen und diejenigen der Eidechsen und Schlangen zwar für vergleichbar, aber kaum für homolog ansieht, wie er denn auch das Jacobson'sche Organ der Caecilien nicht dem der Reptilien für gleichwerthig achtet.

Wir halten ferner auch die zweiwurzeligen Riechnerven der Salamandrinen und Anuren (für den Frosch siehe Ecker, 7, pag. 13, für Pipa das treffliche Bild Fischer's, 8, Taf. II, Fig. 1) für denen der Blindwühlen homolog, und, wenn sich dieselben noch innerhalb der Schädelhöhle zu einem Strange jederseits wieder vereinen, so dürfte dies vielleicht mit der mangelnden Ausbildung eines Jacobson'schen Organs bei diesen Formen zusammenhängen.

Es führt uns dies naturgemäss zu der Frage über, welcher Theil und ob überhaupt ein Theil des Geruchsorgans bei den übrigen Amphibien als Jacobson'sches Organ ange-

sprochen werden darf. Hier glauben wir zunächst an ein Bild von Blaue anknüpfen zu können, welches einen Querschnitt der Nasenhöhle einer älteren Salamanderlarve wiedergiebt (2, Taf. XIV, Fig. 33); wir fügen dasselbe um die Hälfte verkleinert im Holzschnitt (4) bei. Zur Seite der Hauptnasenhöhle sehen wir einen kleinen, mit ihr communicierenden Divertikel, welcher nach Blaue's Zeichnung ebenfalls mit Sinnesepithel ausgekleidet zu sein scheint. Ein Vergleich dieses Bildes mit unserer Fig. 30 (Taf. XVII) zeigt eine so weitgehende Uebereinstimmung, dass ein Zufall fast ausgeschlossen erscheint. Höchstens könnte noch die Frage aufgeworfen werden, ob dieser Divertikel der Salamanderlarve vielleicht der lateralen Wimper-Becherzellenbucht des Geruchsackes von Ichthyophis entspreche. Doch ist dies dem ganzen Aussehen nach kaum wahrscheinlich, und man wird wohl sagen dürfen, dass die Salamanderlarve die Anlage eines Jacobson'schen Organs besitze.




4.

5.

Nun frägt sich weiter, wie sich das alte Thier verhält. Hier finden wir einen seitlichen Divertikel des Geruchsackes beschrieben, welcher nach Born (3) bei Tritonen mit niedrigem Epithel ausgekleidet ist, nach einem Bilde Wiedersheim's (29, pag. 384) bei Plethodon wenigstens an seiner dorsalen Wand ein hohes Riechepithellager trägt (siehe obenstehenden Holzschnitt 5). Diese seitliche Ausstülpung, welche auch den Thränennasengang aufnimmt, möchten wir für ein Homologon des Jacobson'schen Organs ansehen, welches freilich hier bedeutend weniger ausgebildet als bei den Caecilien blos als eine Ausbuchtung des Geruchsackes erscheinen würde. Es ist indessen durchaus nicht ausgeschlossen, dass andere Urodelen das Organ weit höher differenziert besitzen als die eben erwähnten Formen, und wir möchten hier auf eine Zeichnung Wiedersheim's hinweisen. Von Salamandrina perspicillata bildet er den Oberkiefer der rechten Seite ab (26, Taf. X, Fig. 62), und dieser zeigt eine so tiefe querstehende Furche (s), die so sehr der von Ichthyophis (Taf. XV, Fig. 15, jr) geschilderten gleicht, in welcher das Jacobson'sche Organ liegt, dass die Vermuthung gerechtfertigt erscheint, Salamandrina könnte ein ähnliches Gebilde besitzen.

Wenn eine entwicklungsgeschichtliche Untersuchung bestätigen sollte, dass der von Blaue gezeichnete, wie es scheint, mit Sinnesepithel ausgestattete Divertikel wirklich die Anlage eines Jacobson'schen Organs darstellt, und wenn ferner der daraus hervorgehende Nasentheil des erwachsenen Salamanders blos einen niedrigen Epithelbelag trägt, dann würde Salamandra von Formen abzuleiten sein, denen ein Jacobson'sches Organ ursprünglich zukam.

Jedenfalls scheint sich das Geruchsorgan der Caecilien ohne allzu grosse Schwierigkeit auf dasjenige der übrigen Urodelen beziehen zu lassen, wenn es auch in seiner Aus-

bildung über das Maass der bis jetzt bei dieser Gruppe bekannten Verhältnisse hinausgeht, und wir sehen keinen Grund ein, warum, wie Wiedersheim (29, pag. 387) schreibt, die Nase der Caecilien eine ungleich grössere Aehnlichkeit mit der der Anuren als mit der der Urodelen haben sollte.

Bei den Fröschen würden wir vermuthungsweise ebenfalls denjenigen Blindsack für ein Homologon eines Jacobson'schen Organs halten, in welchen der Thränennasengang mündet (siehe nebenstehenden, aus Born's Arbeit, 3, entlehnten Holzschnitt 6) und nicht den sogenannten unteren Blindsack, welcher von Götte (10, pag. 654) und Fleischer (9) einem Jacobson'schen Organ verglichen worden ist; eine endgiltige Entscheidung hierüber lässt sich aber einstweilen nicht geben.

Die Verbindung des Jacobson'schen Organs mit dem Thränennasengang, wie wir es bei Ichthyophis fanden, kommt in dieser Weise bei Reptilien und Säugern nicht vor; wenigstens ist bis jetzt kein solcher Fall bekannt geworden. Immerhin sind doch gewisse Beziehungen der beiden Organe zu einander constatierbar. So erhalten sich nach Born (4, III, pag. 226) bei den Schlangen, sowie auch den Ascalaboten und anderen Sauriern zeitlebens Beziehungen des Thränencanals zum Ausführgang des Jacobson'schen Organs, ein Verhältniss, welches bei Lacerta und Verwandten zwar in der Ontogenese sich wiederholt, später aber verloren wird. Ueberdies mag daran erinnert werden, wie leicht der Thränennasengang mit anderen Organen Verbindungen eingeht. Dahin gehört die Entdeckung Born's (4, III, pag. 222), dass er bei den Schlangen den Ausführgang der Orbitaldrüse aufnimmt und das Secret derselben zu Verdauungszwecken in die Mundhöhle leitet.

Die Communication, welche das Jacobson'sche Organ unserer Blindwühle durch den Thränengang mit der Aussenwelt besitzt, hat uns zu der Hypothese geführt, welche wir oben über seine Function ausgesprochen haben. Viel schwieriger erscheint eine Beantwortung der Frage nach der Function der Jacobson'schen Organe bei den Reptilien, wo dieselben blos eine Verbindung mit der Mundhöhle eingehen, oder den Säugern, wo sie entweder in die Stenson'schen Gänge oder mit ganz enger Mündung in die Nasenhöhle sich öffnen. Die Schwierigkeit ist so gross, dass Kölliker (15, pag. 11) die Hypothese aufstellte, es möchten diese Organe Säfte und Stoffe absondern, welche auf ihre specifischen Nerven wirken und so dem Organismus ermöglichen, gewissermaassen direct von der chemischen Zusammensetzung seiner eigenen Säfte Kenntniss zu erlangen.

Leydig (18, pag. 329) sah in ihnen Geruchsorgane des Mundes, und dass sie in die Kategorie der Riechorgane gehören, ist jetzt wohl allgemein angenommen. Schwierig zu verstehen aber bleibt stets die Art und Weise der Function, da für ein Geruchsorgan ein regelmässiger Luftwechsel unumgänglich erscheint. Nun könnte freilich die Wimperung des Ausführganges, welche durch Leydig (18, pag. 327) constatiert worden ist, dem Organ die nöthigen Riechstoffe zuführen. Neuerdings ist aber von Piana (20) auf einen

anderen Mechanismus aufmerksam gemacht worden. Beim Kaninchen fand er, dass das Organ eine Hülle elastischer Fasern um die Mucosa besitzt, an welche sich radiär gestellte Muskelzellen inserieren, deren distale Enden an der Innenwand der Jacobson'schen Knorpelkapsel sich festsetzen. Dieser Mechanismus, welcher eine abwechselnde Verengerung und Erweiterung des Organs hervorrufen kann, ermöglicht nach Piana ein Ansaugen von Luft. Eine etwas andere Einrichtung beschrieb er von Cavia, Herzfeld (12) später von der Ratte.

Wenn es sich herausstellen sollte, dass solchen Apparaten eine allgemeine Verbreitung zukäme, so würde dann die Function der Jacobson'schen Organe bei Reptilien und Säugern ebenso leicht verständlich sein wie bei Ichthyophis, wo durch die Verbindung des Organs mit einem nach aussen führenden Canale ein directer Zuleitungsweg für Luft geschaffen ist.

Das ontogenetisch so frühe Auftreten des Jacobson'schen Organes bei allen Formen, denen ein solches zukommt, lässt auf ein hohes Alter desselben schliessen; aber leider ist bei den Fischen, bei denen man die ersten Anfänge suchen müsste, noch wenig von einem solchen Organ bekannt. Nur bei Polypterus hat Wiedersheim (28, pag. 81) auf ein sonderbares, median gelegenes Anhängsel des Nasensackes hingewiesen und dasselbe einem Jacobson'schen Organ verglichen. Bei Teleosteer Embryonen glaubte Winther (30) — wir kennen die Arbeit nur aus Citaten — in kleinen, medial von der Nasengrube gelegenen Taschen Analoga Jacobson'scher Organe zu sehen; allein es wurden diese Grübchen von Fleischer (9) nicht bestätigt und von Sagemehl (24, pag. 77—78) auf Oeffnungen von Schleimcanälen des Kopfes zurückgeführt. Von weiteren Untersuchungen, an den verschiedensten Formen durchgeführt, lassen sich indessen sicherlich interessante Aufschlüsse über die Herkunft dieses so räthselhaften Organs erwarten.

Endlich wollen wir noch einige Bemerkungen über die Entwicklung des Thränennasenganges beifügen, um zu zeigen, dass unsere Bestimmung des Canals die richtige war. Die Uebereinstimmung mit den Resultaten Born's (3), des Entdeckers des Canals bei Urodelen und Anuren ist eine nahezu vollkommene; wir können uns daher kurz fassen.

Wir gehen zunächst von einem Embryo aus, welcher die sogenannte Thränenrinne aufweist (Taf. XXIV, Fig. 118, tr), jene Furche, welche zwischen dem Nasen- und dem Oberkiefer-Fortsatz zum Auge hinführt. Die überaus weitgehende Uebereinstimmung eines Embryokopfes in diesem Stadium mit dem eines amnioten Wirbelthieres ist so frappant, dass sie sofort in die Augen fällt.

Etwas später verstreicht die Thränenrinne, und dann ist an ihrer Stelle entweder nur eine ganz leicht vertiefte Linie, die zwischen Auge und äusserer Nasenöffnung hinzieht, zu sehen, oder auch diese ist verschwunden und lässt sich bei manchen Embryonen selbst auf Schnitten nicht deutlich nachweisen.

Noch etwas später wird vor dem Auge ein dicker weisser Strich sichtbar, der sich allmählig nach vorne hin verlängert, aber noch in ziemlicher Entfernung hinter der

äusseren Nasenöffnung endet. Schnitte durch dieses Stadium zeigen, dass nun eine deutliche Furche vom Auge nach vorne läuft, in deren Grunde eine nach innen leistenförmig vorspringende Wucherung des Epithels erscheint.

Gegen die äussere Nasenöffnung hin, aber von ihr noch eine ziemliche Strecke entfernt, bildet die Wucherung eine einfache Leiste (Taf. XVII, Fig. 41, th); in der Nähe des Auges theilt sich die Furche und mit ihr die Leiste in zwei Zweige (Fig. 42, $th_1$ und $th_2$), welche nach hinten zu noch mehr divergieren (Fig. 43); der untere Zweig ist der stärkere und zieht weiter gegen das Auge hin als der obere schwächere, welcher wahrscheinlich aus dem unteren sich herausgebildet hat.

Aus dem vorderen ungegabelten Theil geht, wie wir gleich bemerken wollen, der Thränennasengang hervor, die beiden Zweige werden zu den Thränenröhrchen. An der Wucherung nimmt, wie dies auch Born mehrfach betont (3, pag. 614; 4, I, pag. 84, II, 407), und Legal (16, pag. 371) für die Säuger bestätigt hat, nur die untere Zellenlage der zu dieser Zeit zweischichtigen Epidermis, also nur diejenige, die wir früher (pag. 73) als Urschicht bezeichnet haben, theil; die äussere plattere Zellenlage zieht unverändert darüber hin.

Die Furche, in deren Grund die Epithelleiste sich anlegt, ist, wenn sie auch an der Stelle der früheren Thränenrinne liegt, doch als eine secundäre Vertiefung aufzufassen, da sich ein Stadium einschiebt, wo keine deutliche Thränenrinne mehr erkennbar ist. Auf die viel besprochene Frage, in welcher Weise sich bei den Amnioten die Thränenrinne am Aufbau des Thränenganges betheiligt, wollen wir hier nicht eingehen.

Auf einer noch etwas späteren Stufe, etwa der des Embryos 4a, Taf. XII, ist von der weissen Linie nichts mehr zu sehen; man erkennt nur noch die Furche, in deren Grund die Leiste sich angelegt hatte. Schnitte lehren, dass sich die letztere jetzt von der Epidermis abgeschnürt hat. In der Nähe des Auges, von der Vorderwand des Bulbus nicht weit entfernt, trifft man nun zwei Epithelzapfen an, die ins Bindegewebe eindringen (Fig. 45, $th_1$, $th_2$), dann an ihrem Grunde zu einem einzigen soliden Strange sich verbinden, welcher eine Strecke weit nach vorne zu sich verfolgen lässt (Fig. 44, th). Das vordere im Gewebe sich verlierende Ende dieses Stranges, welches noch ziemlich weit hinter der äusseren Nasenöffnung liegt, wendet sich wieder etwas gegen die Epidermis hin, so dass das ganze Gebilde, die beiden Zapfen und der gemeinschaftliche Strang, zu dem sie sich verbinden, einen leichten Bogen beschreibt.

Im Bindegewebe zwischen der Epidermis und dem eingesenkten Strange ist, wie dies auch Born an mehreren Orten (3, pag. 614, 4, II, 416) angiebt, eine Störung zu bemerken. Man sieht nämlich an vielen Stellen von der eingesenkten Thränencanalanlage aus Bindegewebszüge direct nach aussen gegen die Stelle der Epidermis hinlaufen, wo die Abschnürung stattgefunden hatte (Fig. 44). Die weisse Linie, welche im letzten Stadium vor dem Auge sichtbar gewesen, in dem eben beschriebenen aber nicht mehr zu erkennen war, verdankte offenbar der mit der Epidermis noch verbundenen Epithelleiste ihre Entstehung und verschwand, als die ganze Anlage in das Gewebe hinabzurücken begann.

Bei Embryonen, die dem Ausschlüpfen nahe, ist die äussere Furche ganz flach geworden und verstreicht nun nach und nach völlig. Die beiden Epithelzapfen ($th_1$ ,$th_2$), deren Grössenverhältniss Figur 26 veranschaulichen soll, sind tiefer eingedrungen (Fig. 40), und stellenweise bildet sich in ihnen ein feines Lumen aus; der Strang, zu dem sie sich vereinigen, verliert sich immer noch nach kurzem vorwärts gerichtetem Verlauf blind endend im Gewebe. Vom Auge werden die beiden Thränenzapfen durch eine in jedem fortschreitenden Stadium stärker werdende Wucherung der Epidermis immer mehr abgetrennt. Wir werden derselben später, wenn wir die Bildung des Tentakels verfolgen, unsere Aufmerksamkeit schenken müssen.

Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse noch bei den Larven, bis sich dieselben zum Wechsel des Aufenthaltes vorbereiten. Nur dringen die beiden Zapfen immer tiefer in's Gewebe ein. Thränenröhrchen kann man sie aber immer noch nicht nennen, weil noch kein durchgehendes Lumen zu erkennen ist. Der gemeinschaftliche Strang, in den sie sich vereinen, der zukünftige Thränennasengang, hat auch zu dieser Zeit noch keine Verbindung mit dem Jacobson'schen Organ eingegangen, sondern verliert sich unmerklich im Gewebe, etwas vor dem blinden vorderen Ende dieses Organs, noch durch eine ziemlich dicke Faserschicht von ihm getrennt.

Erst bei Larven in der Metamorphose tritt in den beiden Zapfen und ihrem gemeinschaftlichen Endstück ein durchgehendes Lumen auf; jetzt erst öffnen sich die Thränenröhrchen nach aussen und verbindet sich das Jacobson'sche Organ mit dem Thränennasengang. Wie die Verbindung stattfindet, können wir nicht angeben; auffallend erscheint uns dabei, dass das gemeinschaftliche Stück der beiden Thränenröhrchen, also der Thränennasengang, beim ausgewachsenen Thier kürzer zu sein scheint als bei den Larven, wo er noch keine Verbindung mit dem Jacobson'schen Organ eingegangen hatte.

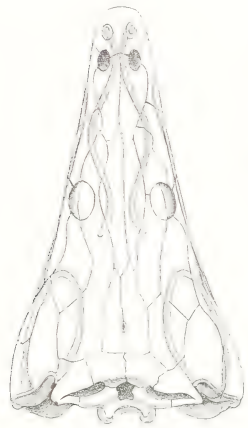
Während bei den Embryonen und jüngeren Larven die beiden Thränenzapfen und ihr gemeinschaftliches Endstück, wie beschrieben, von hinten nach vorne zogen, laufen sie bei Larven in der Metamorphose und beim jungen landbewohnenden Thiere von ihrer Oeffnung an der äusseren Haut zu ihrer Einmündung in das Jacobson'sche Organ fast direct nach innen; beim völlig ausgewachsenen Ichthyophis liegt sogar ihr äusseres Ende eine ziemliche Strecke vor der Einmündung in das Jacobson'sche Organ, so dass dann die Gänge von aussen nach innen und rückwärts ziehen, während sie früher eine Richtung nach innen und vorne eingeschlagen hatten.

Aus der geschilderten, mit Born's Angaben für die Urodelen in den wesentlichen Punkten übereinstimmenden Entwicklungsgeschichte wird zur Genüge hervorgegangen sein, dass es wirklich der Thränengang und nicht etwa irgend ein Canal sui generis ist, der mit dem Jacobson'schen Organ unserer Blindwühle sich verbindet. Die Lage der Thränenröhrchen beim ausgewachsenen Thiere ist freilich eine von den anderen Formen sehr abweichende. Während nämlich dieselben bei den Urodelen im inneren Augenwinkel, bei den Anuren am freien Rande des unteren Lides sich öffnen, münden bei

Ichthyophis die beiden Canälchen fern vom Auge, am vorderen Rande einer an der Oberlippe gelegenen Grube, aus welcher ein Tentakel zu Tage tritt.

Die Entwicklungsgeschichte aber zeigt, dass die ursprüngliche Anlage der beiden Thränenröhrchen ganz wie bei den anderen Formen in der Nähe des Auges stattfindet, und dass erst secundär mit der Bildung der Tentakelwucherung die beiden Zapfen immer weiter vom Auge wegwandern. Schritt für Schritt lässt sich verfolgen, wie die Röhrchen mehr und mehr vom Auge sich entfernen, bis sie endlich an der Oberlippe eine Oeffnung nach aussen gewinnen und in dieser Stellung einen von den gewöhnlichen Verhältnissen des Thränennasenganges so abweichenden Anblick gewähren, dass ihre wahre Natur lange Zeit verkannt worden ist.

Der phylogenetische Ursprung des Thränennasengangs ist eine noch wenig berührte Frage. Born (4, III, pag. 190) und später Piersol (21, pag. 606) haben die Vermuthung geäussert, es möchte derselbe von den Schleimcanälen der Fische herzuleiten sein. Einen näheren Anknüpfungspunkt glauben wir vermuthungsweise in den sogenannten Schleimcanalfurchen vieler Stegocephalen erblicken zu dürfen.



7.

Eine nicht geringe Zahl von Vertretern dieser alten Amphibiengruppe besitzen auf ihren Schädelknochen jederseits eine tiefe, zwischen Auge und Nasenöffnung verlaufende Rinne, die mit derjenigen der anderen Seite eine hübsch geschwungene leierförmige Figur bildet. Diese Furchen werden als Schleimcanäle bezeichnet, und es ist in der That wahrscheinlich, dass sie wirklich Sinnesorgane in sich aufgenommen haben. Wir fügen im Holzschnitt (7) den Kopf von Trematosaurus Braunii (aus Huxley's Lehrbuch, mit einigen Correcturen nach dem Original von Burmeister, 5) in verkleinertem Maassstabe bei; er zeigt auf's klarste die leierförmige Grube zwischen den Augen und Narinen.

Wir denken uns nun, dass dieser knöcherne Halbcanal der Stegocephalen bei den späteren Formen tiefer sich einsenkte, endlich den Knochen ganz durchbohrte und so zu der Bildung wurde, die man als Thränennasengang bezeichnet.

Die Uebereinstimmung dieser leierförmigen Figur der Stegocephalen mit der Thränencanalanlage der späteren Formen wird auch noch durch eine Beobachtung Born's (3, pag. 611) gestützt, nach welcher die Thränencanalleiste der Larven von Pelobates jederseits zwischen Auge und Nase einen nach aussen und unten convexen Bogen bildet; die beiden Leisten zusammen erzeugen dann also ebenfalls eine der Leier ähnliche Figur. Man vergleiche auch das Bild, welches Oppel (19, Taf. XXVIII, Fig. 7) von der Lage der Thränengänge eines Proteus giebt.

Ausser dieser zwischen Auge und Nase liegenden Leierfurche besitzen manche Stegocephalen noch eine weitere jederseits am Hinterkopf und eine am Mundrand hin-

streichende Rinne; doch sind dieselben in ihrem Auftreten weit weniger constant; ob auch aus ihnen spätere Bildungen hervorgehen, darüber haben wir keine Vorstellung.

Sollte unsere als Vermuthung blos ausgesprochene Ableitung des Thränenganges von der Leierfurche dieser alten Formen durch weitere Untersuchungen sich als richtig erweisen, so könnten dann wohl auch die beiden Thränenröhrchen einfach auf eine vor dem Auge erfolgte Gabelung dieser Furche zurückgeführt werden. Es würde dann in diesem Falle die alte Nasen-Augen-Rinne der Stegocephalen einen Functionswechsel durchgemacht haben; ihre frühere, vermuthlich sinnliche Natur hätte sie aufgegeben und wäre dann als Thränennasengang in den Dienst anderer Apparate getreten. Bei den meisten Formen wäre aus ihr ein Ableitungsapparat für überschüssiges Thränensecret geworden, bei den Schlangen würde sie als Ausführgang der Orbitaldrüse functionieren, bei den Caecilien endlich als Zuleitungsweg für Luft in's Jacobson'sche Organ eine wichtige Rolle spielen. Wir würden dann auch in unserem eigenen Thränennasengang einen Ueberrest aus alter Stegocephalenzeit bewahren.

# Literaturverzeichniss.

Zum Abschnitt über Nase, Jacobson'sches Organ und Thränennasengang.


1. **Beard, J.,** Morphological studies, N. 4. The nose and Jacobsons Organ, Zool. Jahrb., Abth. f. Anat. u. Ontogenie d. Thiere, 3, 1889.
2. **Blaue, J.,** Untersuchungen über den Bau der Nasenschleimhaut bei Fischen und Amphibien, Arch. f. Anat. u. Entwicklungsgesch., 1884.
3. **Born, G.,** Ueber die Nasenhöhlen und den Thränennasengang der Amphibien, Morph. Jahrb., 2, 1876.
4. **Born, G.,** Die Nasenhöhlen und der Thränennasengang der amnioten Wirbelthiere, I. Morph. Jahrb., 5, 1879. II. Morph. Jahrb., 5, 1879. III. Morph. Jahrb., 8, 1883.
5. **Burmeister, H.,** Die Labyrinthodonten aus dem bunten Sandstein von Bernburg, 1. Abth., Trematosaurus, Berlin, 1849.
6. **Dursy, E.,** Zur Entwicklungsgeschichte des Kopfes des Menschen und der höheren Wirbelthiere, Tübingen, 1869.
7. **Ecker, A.** u. **Wiedersheim, R.,** die Anatomie des Frosches, zweite Abth., Braunschweig, 1881.
8. **Fischer, J. G.,** Amphibiorum nudorum neurologiae specimen primum, Berolini, 1843.
9. **Fleischer, R.,** Beiträge zu der Entwicklungsgeschichte des Jacobson'schen Organs und zur Anatomie der Nase, Sitzungsber. d. phys.-med. Societät zu Erlangen, 1877—1878.
10. **Götte, A.,** Die Entwicklungsgeschichte der Unke, Leipzig, 1875.
11. **Greeff, R.,** Ueber Siphonops thomensis, Barboza du Bocage, Beitrag zur Kenntniss der Coecilien (Gymnophionen), Sitzungsber. d. Gesellschaft z. Beförderung d. ges. Naturwiss. zu Marburg, März, 1884.
12. **Herzfeld, P.,** Ueber das Jacobson'sche Organ des Menschen und der Säugethiere, Zool. Jahrb., Abth. f. Anat. u. Ontogenie d. Thiere, 3, 1888.
13. **Klein, E.,** The organ of Jacobson in the rabbit, Quarterly Journ. of micr. science, 21, 1881.
14. **Kölliker, A.,** Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere, zweite Aufl., Leipzig, 1879.
15. **Kölliker, A.,** Ueber die Jacobson'schen Organe des Menschen, Grat.-Schrift der Würzb. medicin. Facultät für Rinecker, Leipzig, 1877.
16. **Legal, E.,** Die Nasenhöhlen und der Thränennasengang der amnioten Wirbelthiere, Morph. Jahrb., 8, 1883.
17. **Leydig, F.,** Ueber die Schleichenlurche (Coeciliae). Ein Beitrag zur anatomischen Kenntniss der Amphibien, Zeitschr. f. wiss. Zool., 18, 1868.
18. **Leydig, F.,** Zur Kenntniss der Sinnesorgane der Schlangen, Arch. f. mikr. Anat., 8, 1872.
19. **Oppel A.,** Beiträge zur Anatomie des Proteus anguineus. Arch. f. mikr. Anat., 34, 1889.
20. **Piana, G. P.,** Contribuzione alla conoscenza della struttura e della funzione dell' organo del Jacobson, Memorie della R. Accademia delle scienze dell' Istituto di Bologna, (4), 1, 1881.
21. **Piersol, G. A.,** Beiträge zur Histologie der Harder'schen Drüsen der Amphibien, Archiv f. mikr Anat., 29, 1887,
22. **Rathke, H.,** Entwickelungsgeschichte der Natter, Königsberg, 1839.
23. **Reichel, P.,** Beitrag zur Morphologie der Mundhöhlendrüsen der Wirbelthiere, Morph. Jahrb., 8, 1883.
24. **Sagemehl, M.,** Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Fische, III, Morph. Jahrb., 10, 1885.
25. **Waldschmidt, J.,** Zur Anatomie des Nervensystems der Gymnophionen, Jenaische Zeitschr. f. Naturw., 20, 1887.
26. **Wiedersheim, R.,** Salamandrina perspicillata und Geotriton fuscus — Versuch einer vergleichenden Anatomie der Salamandrinen, Genua, 1875.
27. **Wiedersheim, R.,** Die Anatomie der Gymnophionen, Jena, 1879.
28. **Wiedersheim, R.,** Die Stammesentwicklung des Jacobson'schen Organs, Tageblatt der 54. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Salzburg, 1881.
29. **Wiedersheim, R.,** Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere, 2. Aufl., Jena, 1886.
30. **Winther, G.,** Fiskenes Ansigt, Naturhistorisk Tidskrift 3. R. 10. B. 1875 u. 76. Kjöbenhavn (citiert nach Sagemehl).
31. **Wright, R. Ramsay,** On the organ of Jacobson in Ophidia, Zool. Anz., 1883.

# DER TENTAKEL.

HIERZU TAFEL XVIII UND XIX.

„Rugae trunci caudaeque, labium superius tentaculis duobus", mit diesen kurzen Worten charakterisiert Linné (6) in seinem Systema naturae das Genus Caecilia, und in der That unterscheidet der Besitz von Tentakeln die gesammte Gruppe der Blindwühlen von allen anderen Amphibien der jetzigen Lebewelt.

Als wir uns in Ceylon lebende Ichthyophis hielten, in der Hoffnung, sie zur Fortpflanzung zu bringen, hatten wir Gelegenheit genug, diese Thiere zu beobachten (vergl. pag. 5). Wir sahen dann, wie aus der schon mehrfach erwähnten, jederseitigen Oeffnung an der Oberlippe zwischen Nase und Auge unaufhörlich ein kleines Tentakelchen in rascher Bewegung vorgestossen und wieder zurückgezogen wurde, und wie das Thier mit den beiden kleinen Organen, die in ihrem ganzen Wesen am meisten an die Fühler einer Schnecke erinnerten, den Boden, auf dem es kroch, zu betasten suchte. Es machte so den Eindruck eines Blinden, der mit zwei kleinen Stöcken unaufhörlich die Erde berührt, um die Beschaffenheit seines Weges auszuspüren.

Aehnliche Beobachtungen hatte vor uns Moseley (9) gemacht, als er während seines Aufenthaltes im botanischen Garten von Peradeniya einige Blindwühlen sammelte, um sie lebend mit sich nach Europa zu nehmen.

Der Bau des Tentakelapparates ist ein recht complizierter, und wir glauben daher, am besten zu thun, wenn wir die Schilderung unserer Ergebnisse nicht durch literarische Notizen unterbrechen, sondern diese bis an's Ende des Abschnittes versparen.

Die Grube, aus welcher der Tentakel zu Tage tritt, das „falsche Nasenloch" der älteren Zoologen, dessen Lage an der Oberlippe an der Skizze eines Ichthyophiskopfes (Taf. XIX, Fig. 65, te) sich erkennen lässt, ist die äussere Oeffnung eines ziemlich langgestreckten Sackes, welcher bis in die Maxille hinein sich verfolgen lässt und dann in der Nähe der Orbita endet. Es besitzt derselbe eine starke bindegewebige Hülle, welche bei makroskopischer Präparation leicht zu sehen ist. Auch ist unschwer zu constatieren, dass dieser Sack von der Mündung an der Oberlippe aus nach innen und hinten zieht

und dann die Maxille durchbohrt. Die Stelle, wo er den Oberkiefer durchsetzt, ist schon früher bei der Beschreibung der Schädelknochen erwähnt (pag. 158) und gezeichnet worden (Taf. XV, Fig. 3, tg). Weiterhin läuft er dann längs der Innenfläche der Maxille nach rückwärts, in einer knöchernen Rinne eingebettet (Taf. XV, Fig. 15, tr), die nach oben gegen die Nasenhöhle zu durch eine Bindegewebsmembran abgeschlossen ist.

Dieser Sack (Taf. XVIII, Figg. 46—52, tc) ist von einem regelmässigen Epithel (cep) ausgekleidet, welches einerseits an der äusseren Oeffnung in dasjenige der Kopfhaut, andererseits in den Zellbelag einer Anzahl von Drüsenschläuchen übergeht, welche in seinen Grund ihr Secret ergiessen; es sind dies, wie wir später sehen werden, die Ausführgänge der Harder'schen Drüse, welche die ganze Orbita erfüllt.

In dem eben beschriebenen, innerhalb der Maxille blind endenden Sacke liegt nun der eigentliche Tentakel, d. h. derjenige Theil, welcher aus der Oeffnung an der Oberlippe nach aussen tritt. Dieses Gebilde erweist sich als eine Falte der Sackwand, an welcher sowohl die bindegewebige Hülle, als das den Sack auskleidende Epithel theilnehmen; sie erhebt sich von der bei der natürlichen Stellung des Thieres nach aussen und unten schauenden Seite des Sackes. Wenn wir Querschnitte durch den Tentakelsack von hinten nach vorne, also von innen gegen die äussere Oeffnung hin legen, so finden wir in seinem hintersten, innerhalb des Oberkieferknochens gelegenen Theile in sein Lumen vorspringend eine breite bindegewebige Leiste (Fig. 52, tf); etwas weiter nach aussen hin gewinnt sie eine mehr keulenförmige Gestalt (Fig. 50), indem sich an ihr ein dünnerer Stiel (tf) und ein dickerer Kopf (tfs) unterscheiden lassen; noch weiter nach vorne wird der Stiel immer schlanker und setzt sich immer mehr von dem angeschwollenen und umgeschlagenen Endtheil ab (Fig. 49); endlich rollt sich die ganze Falte wie eine kleine Uhrfeder ein (Fig. 48).

An der Oeffnung des Sackes angekommen, verwächst die Falte mit der äusseren Haut (Fig. 46), und zugleich löst sich ihre Verbindung mit dem angeschwollenen Endstück (Figg. 46 u. 47). Dieser verdickte Knoten (tfs) der Falte, welcher körperlich gedacht eine von hinten nach vorne verlaufende Säule bildet, hat aber mit der Ablösung von der ihn tragenden Lamelle sein Ende noch nicht erreicht, sondern verlängert sich selbstständig in einen kräftigen Stöpsel, und dieser ist es, welcher als Tentakel aus der Oeffnung aus- und eintritt. Die Falte aber, mit der äusseren Haut verwachsen, endet ebenfalls nicht sofort, nachdem sie ihre Verbindung mit dem Stöpsel aufgegeben, sondern bildet mit der Haut zugleich eine aus der Oeffnung des Sackes vorspringende schützende Hülle um den vorgestossenen Stöpsel, ihn so weit umschliessend, dass nur seine Spitze unbedeckt bleibt.

Die Abbildung des Modells eines ausgestreckten Tentakels (Fig. 51) wird vielleicht das Verständniss erleichtern. Das Organ, welches zur Darstellung kam, ist dasjenige der rechten Seite. Man muss sich dabei vorstellen, dass der Tentakelsack der Länge nach aufgeschnitten worden ist, um die in sein Lumen vorspringende Falte zu zeigen. Bei

bds sieht man die Wandung des geöffneten Sackes und in demselben die von aussen nach innen an Breite zunehmende Falte (tf); der Durchschnitt der Kopfhaut ist mit ah bezeichnet. Aus der äusseren Oeffnung ragt der Stöpsel (st) hervor, welcher, wie uns die Schnitte lehrten, nichts ist als die Verlängerung des verdickten Endtheils der Falte. Um den hinteren Umfang des aus der Oeffnung vorgestossenen Stöpsels sieht man eine schützende Hülle sich herumlegen; sie besteht aus der von der Mittelsäule losgelösten Falte (tf) und einer damit verwachsenen Fortsetzung der die Mündung des Tentakelsackes umsäumenden Kopfhaut (fah). Das Bild zeigt auch deutlich die spiralige Einrollung des ganzen Apparates.

Figur 56 giebt das Tentakelmodell wieder, wie sich dasselbe darstellt, wenn man es senkrecht von aussen betrachtet. Dabei ist angenommen, es sei das ganze Organ im Niveau der äusseren Haut (bei ah in Fig. 51) von der Unterlage abgetrennt worden. Man sieht die Spitze des Stöpsels (st) und um seinen hinteren Rand herumgeschlagen die schützende Hülle (tf u. fah). Vorne am Rande der Sacköffnung, gerade an der Stelle, wo die Hautfalte endet, erkennt man die im letzten Abschnitt beschriebenen Mündungen der beiden Thränenröhrchen ($th_1$ und $th_2$).

Bei der Retraction verschwindet sowohl der Stöpsel, als die ihn umgebende Falte innerhalb der Oeffnung des Sackes; es bleibt äusserlich nur eine unbedeutende warzenförmige Erhebung der Haut zurück.

Wir gehen nun zur Betrachtung des Mechanismus über, welcher die Aus- und Einziehung der Tentakelfalte bewirkt. Oben ist schon erwähnt worden, dass die Falte nach hinten hin immer niedriger und gedrungener wird (Fig. 52, tf); an dieses breite Ende nun inseriert sich am Grunde des Tentakelsackes ein starker Muskel (Fig. 53, mr), welcher dann durch die Orbita nach hinten zieht (Fig. 54, mr) und sich an die Seitenfläche des Schädels hinter dem Opticusfenster ansetzt. Dieser Muskel ist es, welcher ohne Zweifel die Retraction der Falte bewirkt. Auf seine Herkunft kommen wir später zurück.

Für das Ausstossen des Stöpsels müssen wir Schwellung durch Blut zu Hilfe nehmen. Aus der Wandung des Sackes treten nämlich eine Anzahl starker Capillaren in die vorspringende Falte und von da in die freie Tentakelsäule ein. Hier verlaufen sie, vier bis sechs an der Zahl, mehrfach unter einander communicierend bis zur Spitze und gehen da schlingenförmig in einander über (Figg. 46, 47, 55, gf). Der ganze Stöpsel ist somit ausserordentlich blutreich, und wir glauben zu bemerken, dass diese Gefässe bei ausgestreckten Tentakeln stets mit Blut prall gefüllt, bei retrahierten dagegen weit weniger strotzend oder fast leer sind. Da ferner ein Muskel fehlt, welcher die Protraction bewirken könnte, sind wir zu der Ansicht genöthigt, dass das Vorstrecken durch Erection zu Stande komme. Ob dabei vielleicht auch die Elastizität der zahlreichen in der Tentakelfalte längs verlaufenden, wie elastische Fasern aussehenden Bindegewebsbündel, die bei der Retraction nothwendigerweise zusammengezogen werden müssen, mithelfe, ist schwer zu entscheiden. Es bleibt noch zu bemerken, dass bei aus- und eingezogenem Tentakel die Stärke der

Einrollung der Falte sich ändert, indem bei ausgestossenem Stöpsel die Spirale, die sie bildet, enger sich zusammenlegen muss.

Nach Nervenendigungen in der Tentakelspitze haben wir lange vergebens gesucht und bedauerten schon lebhaft, dass wir, mit anderen Fragen beschäftigt, es unterlassen hatten, das frische Material mit den neuen Nervenmethoden zu behandeln. Schliesslich aber gelang es uns doch, an ganzen, durchsichtig gemachten Tentakelspitzen und später auch an Schnitten, die mit Lyoner Blau gefärbt wurden, einen zwischen den Längsgefässen verlaufenden Nervenstrang zu erkennen, der an der Stöpselspitze in eine körnige Substanz ausstrahlte (Fig. 55, n). In dieser liessen sich unterhalb der Epidermis der Spitze einzelne helle Zellen mit Kernen unterscheiden, die wir für Ganglienelemente (gz) zu halten geneigt sind. Das Ganze scheint einen Tastfleck vorzustellen, ähnlich denen, die Merkel (7) von Rana abgebildet hat. Wie dies Merkel als ein häufiges Vorkommniss beim Frosch verzeichnet, strahlt auch bei uns der Nerv seitlich in den Tastfleck hinein. Die Lage dieser Nervenendstelle direct unterhalb der mit einer starken Hornlage versehenen Stöpselspitze ist gewiss für ein Tastorgan eine möglichst günstige.

Oben schon ist erwähnt worden, dass die Augenhöhle von Drüsenmassen erfüllt werde. Diese Schläuche, welche sämmtlich der Harder'schen Drüse angehören, bilden hinter dem Auge (Fig. 54, hdr) einen mächtigen Knäuel, sie umlagern den Rückziehmuskel (mr) des Tentakels, flechten sich sogar stellenweise zwischen seine Bündel hinein und begleiten ihn nach hinten fast bis zu seiner Ansatzstelle am Schädel.

An der vorderen Grenze der Augenhöhle vermindert sich die Zahl der Schläuche (Figg. 53 und 52, hdr); endlich fliessen alle in wenige Gänge zusammen, die dann in den Tentakelsack sich öffnen. Wir zählten an einer Serie vier Einmündungen; zweie davon zeigt Fig. 50 bei hdg, die beiden anderen liegen näher dem Grunde des Sackes, welcher somit als gemeinschaftlicher Ausführgang sämmtlicher Drüsenschläuche functioniert

Die Drüsenschläuche sind von einem regelmässigen Cylinderepithel ausgekleidet, dessen Zellen mit kleinen, in Carmin sich röthlich färbenden Körnchen erfüllt erscheinen. Gegen die Einmündungen in den Tentakelsack hin verliert das Epithel seinen streng regelmässigen Charakter: die Zellen werden theilweise gross und blasig aufgetrieben und zeigen dann oft in ihrem Inneren ein zierliches Netzwerk, das helle Räume umschliesst; sie gleichen den Becherzellen der Mundhöhle. Dieselben Elemente finden sich auch im Epithel der Tentakelfalte in der Nähe der Einmündungen der Drüsengänge vor. Einzelne derselben von dieser Stelle zeigt Fig. 57, sz.

Die Drüsenschläuche scheinen keine eigene Muskelhaut zu haben; dafür aber ist die bindegewebige Hülle, welche das ganze Drüsenpacket umschliesst, von starken quergestreiften Muskelbändern umsponnen (Fig. 54, cm). Wir sind geneigt, dieselben für Theile der Kaumusculatur zu halten, wie denn auch Greeff (23) bei Dermophis thomensis einige Bündel derselben in den Masseter übergehen sah. Der Apparat findet, was auch

Wiedersheim (16) anführt, eine Analogie in der Giftdrüse der Schlangen, wo ebenfalls durch die Beissmusculatur die Entleerung des Drüsensecretes besorgt wird (vergl. Leydig 5), und ähnliches meldete Sardemann (13) von der Thränendrüse von Lacerta und Chelone midas.

Fassen wir kurz das Gesagte zusammen, so besteht also der Tentakel aus einer in das Lumen eines Sackes vorspringenden Falte, die sich eigenartig einrollt und in eine nach Art einer Flamme aus der Oeffnung aus- und einschlagende, freie, stöpselartige Spitze fortsetzt. Die Retraction besorgt ein starker Muskel, Schwellung mit Blut das Vorstrecken; ein Nerv endet an der Spitze des Gebildes. Behält man dabei die am lebenden Thiere gemachten Beobachtungen im Auge, so wird man dazu gedrängt, im Tentakel ein Tastorgan zu sehen.

Den Nutzen des Secretes, das die Orbitaldrüse so reichlich in den Tentakelsack entleert, suchen wir vornehmlich in der Reinhaltung des Tasters von anklebenden Erdtheilchen. Nicht minder aber bedürfen die beiden am vorderen Rande der Oeffnung dieses Sackes ausmündenden Thränenröhrchen einer beständigen Reinigung, wenn anders sie die Function, die wir ihnen zuschreiben möchten, nämlich die Zuleitung von Luft in's Jacobson'sche Organ erfüllen sollen. Würden sie an einer Stelle des Kopfes sich öffnen, wo kein Drüsensecret sie umspülte, so müssten sie bei der bohrenden Lebensweise des Thieres in kürzester Zeit verstopft werden, und nur eine Lage, wie sie sie thatsächlich inne haben, an der Umgrenzung einer Oeffnung, aus welcher reichliche Flüssigkeit unter starkem Drucke ausströmt, kann sie functionsfähig erhalten.

Wir fügen einige Bemerkungen über die Entwicklung des Apparates bei (Taf. XIX). Bei Embryonen, die dem Ausschlüpfen nahe sind, findet man jederseits am vorderen Augenwinkel das Körperepithel knotenförmig verdickt (Fig. 61). Mit den beiden Epithelzapfen, welche die Anlage der Thränenröhrchen darstellen, findet, obschon sie unmittelbar vor dieser verdickten Stelle liegen, zunächst kein Zusammenhang statt.

Bei einer Larve von 9½ Centimeter Länge fanden wir die Wucherung mächtiger geworden (Fig. 62), aber noch durchweg solide; an ihrer tiefsten Stelle zeigten sich einige Knötchen (drkn), die ersten Anlagen der späteren Drüsenschläuche. Diese Sprossen erscheinen bald darauf deutlicher ausgeprägt (Fig. 63), und im Innern der bis jetzt soliden Wucherung beginnt ein Hohlraum (l) sich zu bilden. Man findet in demselben Reste zu Grunde gegangener Zellen, woraus zu schliessen, dass er durch Auflösung des Gewebes entsteht; nach der Aussenwelt öffnet er sich noch nicht.

Horizontal geführte Längsschnitte durch ein etwas weiter vorgeschrittenes Stadium zeigen den ganzen Zellenzapfen noch tiefer eingesenkt (Fig. 66), die einzelnen Drüsenschläuche deutlicher und an mehreren Stellen kleine Lumina. Die immer noch soliden Thränenzapfen (Fig. 70, th) haben sich mit dieser Wucherung in Verbindung gesetzt, und von der Oberfläche aus bildet sich eine kleine Einsenkung (Fig. 73, e), die den inneren

Hohlräumen entgegenstrebt. Aeusserlich bemerkt man an solchen Larven nichts als ein kleines Grübchen vor dem Auge (Fig. 58, tg).

Weiterhin höhlt sich dann der ganze Zapfen zu einem engen Sacke aus, und nun beginnt bei Larven, die sich zum Wechsel des Mediums vorbereiten, die Bildung der Tentakelfalte. An solchen Thieren (Fig. 59) erkennt man vor dem Auge wieder die Oeffnung (tg) und in diese von der Seite des Auges her hineinragend eine kleine Papille (tf). Querschnitte zeigen, dass das Lumen des oben beschriebenen Zellenzapfens nun die Form eines Halbmondes angenommen hat, indem vom Auge her eine Bindegewebsleiste sich vordrängt, welche das Epithel vor sich her stülpt. In der Nähe der äusseren Oeffnung ist diese Leiste hoch und schmal (Fig. 64, tf), nach der Tiefe hin wird sie breiter und niedriger (Fig. 67, tf); sie verstreicht endlich ganz, und an ihrer Stelle trifft man auf einen starken Muskel (Fig. 71, mr), in welchem wir sofort den zukünftigen Retractor erkennen. Zugleich findet man dann statt eines einzigen Lumens die Querschnitte verschiedener Drüsenschläuche (hdr). Einen Längsschnitt durch den Apparat in diesem Stadium giebt Fig. 69. Man sieht einen Gang oder Sack (tc), in diesen hinein gelagert eine Falte (tf) und in der Tiefe Drüsenschläuche (hdr). Der Bezug auf die früheren Bilder gelingt leicht.

Bei einer Larve endlich, die schon beinahe den Charakter eines jungen landlebenden Thieres an sich trug (Fig. 60) war die Oeffnung des Sackes schon bis in den Bezirk der Oberlippe hinabgerückt; dieser sowohl, als die Falte (tf), welche er enthält, waren dementsprechend auch länger geworden, und letztere zeigte bereits eine Einrollung, ähnlich der beim ausgewachsenen Ichthyophis; nur war die ganze Falte noch von gedrungenerem Bau als später, und der zukünftige Stöpsel erschien erst als rundliche Anschwellung derselben, die noch kaum aus der äusseren Oeffnung vorragte (Figg. 60 und 68, tf und st). Ganz junge landbewohnende Blindwühlen dagegen zeigten den Tentakel schon völlig wie bei alten Individuen entwickelt.

Ueber den Muskel, der als Retractor wirkt, haben wir zu bemerken, dass er nicht etwa eine neue Bildung darstellt, sondern ursprünglich ein Augenmuskel war, der dann seine frühere Function mit einer neuen vertauscht. Auf Flachschnitten durch die Augenhöhle von Larven, bei denen noch keine Tentakelfalte sich gebildet hat, erkennt man deutlich die vier geraden und die beiden schiefen Augenmuskeln (Fig. 72, r. int., sup., ext., inf. und o. sup., inf.). Ferner liegt dem Rectus internus (r. int.) ein auffallend starker Muskel (mr) an, und dieser ist es, welcher, wie die Untersuchung aufeinander folgender Stadien lehrt, später, wenn einmal die Tentakelfalte sich entwickelt, an ihrem Grunde sich inseriert und als ihr Retractor functioniert.

Die Anlagerung dieses Muskels an den Rectus internus ist bei Larven eine sehr enge; auch in ihrem Verlauf hinter dem Auge lassen sich die Fasern der beiden Muskeln stellenweise so wenig auseinander halten, dass es fraglich ist, ob er als ein Theil des Rectus aufzufassen sei, oder ob er einen anderen Augenmuskel darstelle. Letzteres ist

freilich noch wahrscheinlicher, und hier wäre, wofür der ganze Verlauf des Muskels spricht, am ehesten an den Retractor bulbi zu denken. Sei dem nun, wie ihm wolle, genug, dass es ein Augenmuskel ist, der, wie gesagt, schon vor der Entwicklung der Tentakelfalte vorhanden ist und sich erst späterhin vom Auge entfernt und die neue Verbindung eingeht.

Beim ausgewachsenen Thiere liessen sich die oben genannten sechs Augenmuskeln alle noch nachweisen, wenngleich als sehr schwache Bündelchen. Der Retractor dagegen ist vom Auge abgelöst und mächtig angeschwollen; in der Tiefe hängen die feinen Züge des Rectus internus immer noch mit ihm zusammen.

Leydig hat zuerst bei einer Caecilie und zwar bei Siphonops annulatus Augenmuskeln entdeckt und gezeichnet (4, Taf. XIX, Fig. 10); er erkannte deren vier. Später gab Wiedersheim (16) der Vermuthung Ausdruck, Leydig habe wohl Fasern des Tentakel-Retractors für Augenmuskeln angesehen, wogegen jedoch entschieden Leydig's erwähnte Abbildung spricht. Wiedersheim gelang es nur, einen oberen und einen unteren Augenmuskel zu erkennen; in Wirklichkeit sind, wenigstens bei Ichthyophis, die vier geraden und die beiden schiefen wohl nachweisbar.

Was nun die Auffassung des oben beschriebenen, soliden Zellenzapfens, von dessen Grund die Drüsenschläuche als kleine Knospen ihre Entstehung nehmen, betrifft, so könnte man sagen, dass die ganze Wucherung die Anlage der Harder'schen Drüse darstelle; dann wäre der Tentakelsack nichts als der gemeinschaftliche Ausführgang dieser Drüsenschläuche und der Tentakel selber blos eine secundär sich bildende Falte desselben. Es ist indessen noch eine andere Auffassung möglich, welche wohl mehr Wahrscheinlichkeit für sich hat, nach welcher der breite Zellenzapfen die Anlage einer Grube der äusseren Haut darstellen würde, in deren Grund erst die einzelnen Drüsenschläuche entständen. Es wäre dann der beim ausgewachsenen Thier so compliziert aussehende Apparat aus einer Sinnesgrube hervorgegangen zu denken, in welche Drüsenschläuche ihr Secret ergossen und worin eine sensible Papille sich erhoben hat. Durch weitere Ausbildung und Beweglichwerden dieser Papille oder Falte liesse sich dann ganz wohl der so eigenartige Apparat der Blindwühlen ableiten.

Es ist schon in der Einleitung zu diesem Abschnitte erwähnt worden, dass ein retractiler Taster, wie er den Caecilien zukömmt und nach Peters (11) keinem einzigen Vertreter dieser Gruppe fehlt, wenn auch die Stärke der Ausbildung manchen Schwankungen unterworfen zu sein scheint, bisher bei keinem anderen lebenden Amphib, ja selbst bei keinem anderen Wirbelthier in dieser Weise nachgewiesen worden ist. Wohl aber scheint der Knochencanal, in welchem der Tentakelsack liegt, eine weitere Verbreitung zu haben. So berichtet Cope (2), dass bei Amphiuma ein sehr weiter Canal den Oberkiefer von seiner Mitte bis zur Orbita hin durchbohre „foreshadowing the canalis tentaculiferous of Caecilia". An derselben Stelle hat Cryptobranchus nach Cope einen engen Canal.

An Abbildungen fossiler Urodelenschädel haben wir nach einem entsprechenden Gange oder nach einer Grube im Oberkiefer bis jetzt ohne sicheren Erfolg gesucht. Zwei

räthselhafte Oeffnungen, welche H. von Meyer (8) hinter den Nasenlöchern von Polysemia ogygia, Goldfuss, aus der Braunkohle von Orsberg am Siebengebirge beschrieb, möchten wir hier erwähnen, so wenig sicheres sich aus Meyer's Abbildung erschliessen lässt.

Auch an den Darstellungen von Stegocephalenschädeln haben wir nichts zweifellos hieher Gehöriges zu sehen vermocht; man würde aber doch wohl bei dieser Gruppe, wenn man auf den fraglichen Punkt speciell achtete, manches noch finden können.

Von Wagler (14) und dann wieder von Leydig (4) ist der Versuch gemacht worden, den Tentakelsack der Caecilien mit der Grube der Crotalinen in eine Kategorie zu stellen, und es ist in der That diese Homologisierung nicht ganz unwahrscheinlich, wenn auch freilich einige Schwierigkeiten nicht übersehen werden dürfen. Einmal hat nämlich die Harder'sche Drüse bei diesen Schlangen durchaus keine Beziehungen zu der hinter der Nasenöffnung gelegenen Grube, und ferner ist die Lage des Thränennasengangs im Verhältniss zu diesem Organ bei den beiden Formen eine ganz verschiedene. Bei den Schlangen öffnet er sich nämlich nicht etwa auch am vorderen Rande des fraglichen Sackes nach aussen, sondern er functioniert, wie wir im letzten Abschnitt schon erwähnt haben, nach Born (1) direct als Ausführgang der Drüsenschläuche der Orbita in die Mundhöhle. Wir konnten dies auch speciell für eine Grubenotter, nämlich an reifen Embryonen des ceylonesischen Trimeresurus trigonocephalus, Merrem, bestätigen.

Auch bei fossilen Reptilien kommen in weitester Verbreitung sogenannte Thränenhöhlenbildungen vor, die wohl auch hieher gehören dürften.

Nach Allem neigen wir uns zu der Ansicht, dass der den Tentakel enthaltende Sack keine auf die Caecilien beschränkte Eigenthümlichkeit sei; wohl aber halten wir die so eigenartige Ausbildung und das so sinnreiche Zusammenwirken der verschiedenen, den Tentakelapparat zusammensetzenden Theile für einen speciellen Besitz der Caeciliiden, erworben, wie die so merkwürdige Verfeinerung des Geruchsorgans, im Zusammenhang mit der wühlenden Lebensweise und dem Schwinden des Gesichtes.

Nun noch einige literarische und vergleichende Bemerkungen.

Nachdem der Tentakel der Blindwühlen schon den älteren Zoologen mehrfach aufgefallen war, widmete ihm Wagler (14) eine genauere Bearbeitung; er beschreibt den bindegewebigen Sack und dessen Oeffnung bei Siphonops; einen in dem Sacke liegenden Tentakel konnte er bei dieser Form nicht auffinden, wohl aber spricht er (15) bei Epicrium von retractilen Tastern. Der Name „Epicrium", den Wagler irrthümlicher Weise gegenüber dem älteren Fitzinger'schen „Ichthyophis" einführte, war sogar vom Besitz der Tentakel hergeleitet.

Joh. Müller (10) verfolgte die Sache weiter; er schildert, wie innerhalb eines Canales ein walzenförmiges Tentaculum liege, das man aus der Oeffnung hervorragen sehe. „Das Tentaculum", sagt er ganz richtig (pag. 217), „ist ein cylinderförmiger Fortsatz, „dessen stumpfes vorderes Ende aus der genannten Hautöffnung unter dem Auge hervor-

„sieht und zurückgezogen werden kann.“ „Unten ist dies Organ durch ein zartes Häut-
„chen an den Boden eines häutigen Canals befestigt, der das beschriebene Organ ganz
„umgiebt und eben die Oeffnung bildet, woraus das Tentaculum wahrscheinlich hervor-
„geschoben wird.“

Mit dem zarten Häutchen, das den Tentakel an der Canalwand befestigt, meint Joh. Müller wohl die Falte, welche die dickere Säule trägt.

Hierauf erschien die Arbeit Leydig's (4), in welcher zum ersten Male auf die Histologie des Organs eingegangen wird. Leydig beschreibt die aus dem Canal vorragende Papille (unseren Stöpsel), ihren inneren bindegewebigen Theil und ihren epithelialen Ueberzug; er bemerkte auch zuerst den im häutigen Sack liegenden Muskel, freilich ohne über seine Herkunft Angaben machen zu können und ferner die hinter dem Auge liegende Drüse. Leydig bezeichnete (pag. 291) diese Augenhöhlendrüse als Harder'sche Drüse, Thränendrüse. Erstere Deutung, welcher Wiedersheim (16, 18) anfänglich widersprach, ist die richtige, wie auch Sardemann (13) neuerdings hervorhob.

Die von Sardemann aufgeworfene Frage, ob wir es bei den Caecilien nur mit einer Harder'schen Drüse zu thun haben, oder ob noch andere Augendrüsen die grosse hinter dem Auge liegende Masse bilden helfen, kann durch die oben beschriebene Entwicklungsgeschichte derselben für erledigt gelten, da nur eine einzige, am vorderen oder inneren Augenwinkel gelegene Drüse sich anlegte. Diese ist aber die Harder'sche, und von Thränendrüsen, wie sie bei anderen Urodelen sich angedeutet finden, konnten wir nichts sehen; dasselbe Verhältniss zeigen die Anuren. Die Schilderung, welche Piersol (12) von der Harder'schen Drüse anderer Amphibien, namentlich Anuren, giebt, stimmt mit unseren Befunden gut überein.

1879 bildete Peters die „Tentakelgrube“ einer Ichthyophislarve von Malacca ab (11, Fig. 1a), welche ungefähr das gleiche Entwicklungsstadium repräsentiert wie die unserer Figur 59. Die Tentakel sämmtlicher Caeciliiden theilt Peters in drei Kategorien, in dolchförmige, klappenförmige und kugelförmige. Der Taster von Ichthyophis würde nach Peters zu den dolchförmigen gehören; ob sich indessen diese Eintheilung wird halten lassen, müssen noch weitere Untersuchungen lehren, wie es überhaupt äusserst wünschenswerth wäre, wenn auch die Tentakel der übrigen Caeciliiden eine erneute Bearbeitung erfahren würden.

Zu wiederholten Malen hat Wiedersheim (16—19) über den Tentakelapparat Mittheilungen gemacht; er beschreibt richtig die allgemeine Lagerung des ganzen Organs, die Drüsenmassen in der Orbita, ihre Umspinnung mit Muskelbündeln und den Retractor des Tentakels.

Wiedersheim erkannte auch zuerst die Einmündung der Orbitaldrüse in den Tentakelsack; doch giebt er an (16, pag. 48), ihre Schläuche vereinigten sich bei allen Arten in einen einzigen kurzen, aber ziemlich starken Ausführgang. Wir zählten dagegen

bei Ichthyophis deutlich vier Einmündungen; eher dürften es noch mehr als weniger sein. Die von Wiedersheim als Ausführcanäle seiner in der Nasenhöhle liegenden „Tentakeldrüse“ angesprochenen Gänge haben wir, wie schon im letzten Abschnitt auseinandergesetzt worden, als Thränenröhrchen erkannt.

Den Tentakelsack selbst denkt sich Wiedersheim aus zwei in einander steckenden fibrösen Röhren bestehend (16—19), in deren innere eine Leiste vorrage, deren freie Spitze als Papille erscheine und in deren hinteres Ende der Retractormuskel sehnig einstrahle. Während er sich nun ursprünglich vorstellte, es werde der innere Schlauch aus dem äusseren handschuhfingerartig ausgestülpt, gab er später an, die beiden Schläuche seien sowohl in der Nähe der äusseren Oeffnung, als gegen die Orbita hin mit einander verwachsen, so dass eine Ausstülpung des einen aus dem anderen unmöglich sei; es werde vielmehr durch den andringenden Secretstrom die Papille bei denjenigen Formen, bei denen die äussere Oeffnung gross genug sei, herausgepresst. Der Retractor stehe (16, pag. 51) wahrscheinlich im Dienste des „Spritzgeschäftes“, indem er die Haut in der Umgebung des äusseren Tentakels in dem Moment nach hinten und innen ziehe, wenn der Secretstrom herandringe und zugleich (pag. 52) auch auf die Drüse comprimierend wirke.

Endlich in der neuesten Mittheilung (19), welche hauptsächlich einen ausgestreckten Tentakel von Ichthyophis behandelt, wird neben dem Austreiben durch den Secretstrom noch ein Erectionsvorgang in der Papille angenommen. Wiedersheim bemerkte bei dem ausgestreckten Tentakel auch die schützende, von uns oben beschriebene Falte; er hielt sie für ein Stück seines „inneren Tentakelschlauches“ und kehrt daher zu der Ansicht zurück, dass derselbe doch durch den Secretstrom etwas ausgestülpt werden könne.

Hier ist nun zunächst zu erinnern, dass man, wenigstens bei Ichthyophis, überhaupt nicht von zwei in einander steckenden fibrösen Scheiden sprechen kann. Wohl kommen in der Umgebung der bindegewebigen Wandung des Tentakelsackes mehr oder weniger grosse Lymphräume vor, aber es ist nirgends von zwei getrennten Hüllen die Rede, und je sorgfältiger das Object geschnitten worden, um so mehr erhält sich der Zusammenhang der Sackwand mit dem umgebenden Gewebe. Was aus der äusseren Oeffnung, den Stöpsel umgebend, vortritt, ist nicht ein Stück eines „inneren Schlauches“, sondern nur das mit der Haut verwachsene Ende der Falte. Eine Mitwirkung des Secretstromes beim Ausstossen des Tentakels halten wir ebenfalls für sehr unwahrscheinlich.

Greeff (3), welcher auf seiner Reise nach den Guinea-Inseln eine Anzahl Exemplare von Dermophis (Siphonops) thomensis, Bocage, sammelte und den Tentakelapparat dieser Form untersuchte, hat in den meisten Punkten sich an Wiedersheim angeschlossen.

Speciell über den Nutzen der „Tentakelpapille“ (unseres Stöpsels) finden wir bei ihm die Ansicht, dass dieselbe in erigiertem Zustande die beiden Mündungen der Tentakeldrüse (unsere Thränenröhrchen) deckelartig verschliesse, dann plötzlich durch den Retractor in den Sack hinter die beiden Oeffnungen zurückgezogen werde, um dem bis jetzt zurückgehaltenen Secretstrom freien Ausfluss zu gestatten.

Ueber die Function des Tentakelapparates sagt Wiedersheim: von einem Tastorgan müsse man jedenfalls absehen (16, pag. 54), er sei vielmehr in erster Linie ein Secretionsorgan, vielleicht ein Giftorgan, welches das Secret im Strahl ejaculiere, „ein in die Ferne wirkendes Angriffs- und Vertheidigungsmittel".

Ob das Secret der Harder'schen Drüse, welches, wie sich aus ihrer nicht unbedeutenden Muskelvorrichtung folgern lässt, mit beträchtlicher Kraft ausgestossen werden kann, im Falle die Blindwühle angegriffen wird, auch als Schutzmittel wirkt, etwa wie der Saft, den manche Käfer ausspritzen, lässt sich freilich schwer sagen; ihre Hauptfunction scheint uns aber bestimmt in einer anderen Richtung zu liegen, nämlich in der Befeuchtung und Reinhaltung der wichtigen Organe, welche zunächst mit dem Secret in Berührung kommen, des Tentakels und der beiden Thränenröhrchen. Den Tentakel selber aber als eine Waffe anzusehen, dazu fehlt jeder Anhaltspunkt, und wir glauben, auf das Vorausgegangene uns stützend, uns vollberechtigt, denselben als „Fühler" im eigentlichen Sinne des Wortes anzusprechen.

# Literaturverzeichniss.

Zum Abschnitt über den Tentakel.


1. **Born, G.,** Die Nasenhöhlen und der Thränennasengang der amnioten Wirbelthiere, III, Morph. Jahrb., 8, 1883.
2. **Cope, E. D.,** On the structure and affinities of the Amphiumidae, Proc. of the Amer. Philos. Society, held at Philadelphia etc., 23, 1886.
3. **Greeff, R.,** Ueber Siphonops thomensis, Barboza du Bocage. Beitrag zur Kenntniss der Coecilien (Gymnophionen), Sitz. Berichte der Gesellsch. z. Beförd. d. ges. Naturwiss. zu Marburg, März, 1884.
4. **Leydig, F.,** Ueber die Schleichenlurche (Coeciliae), ein Beitrag zur anatomischen Kenntniss der Amphibien, Zeitschr. f. wiss. Zool., 18, 1868.
5. **Leydig, F.,** Ueber die Kopfdrüsen einheimischer Ophidier, Arch. für mikr. Anat., 9, 1873.
6. **Linné, C. A.,** Systema naturae per regna tria naturae, editio XII, 1, Holmiae, 1766.
7. **Merkel, Fr.,** Ueber die Endigungen der sensiblen Nerven in der Haut der Wirbelthiere, Rostock, 1880.
8. **Meyer, H. v.,** Palaeontographica — Beiträge zur Naturgeschichte der Vorwelt, 7, 1859—1861.
9. **Moseley, H. N.,** Some remarks on the habits of some Ceylon animals, and notes on methods for keeping them alive in confinement, Nature, 6, 1872.
10. **Müller, Joh.,** Beiträge zur Anatomie und Naturgeschichte der Amphibien, Zeitschr. f. Physiol. (herausgeg. von F. Tiedemann, G. R. u. L. C. Treviranus), 4, 1831.
11. **Peters, W.,** Ueber die Eintheilung der Caecilien und insbesondere über die Gattungen Rhinatrema und Gymnopis, Monatsber. d. königl. Akad. d. Wiss. zu Berlin, Nov. 1879.
12. **Piersol, G. A.,** Beiträge zur Histologie der Harder'schen Drüsen der Amphibien, Arch. f. mikr. Anat., 29, 1887.
13. **Sardemann, E.,** Beiträge zur Anatomie der Thränendrüse, Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., 3, 1887.
14. **Wagler, J.,** Ueber die an Coecilia annulata von ihm beobachteten Thränenhöhlen und über die Eckzähne eines Frosches (Hemiphractus Spixii), Isis von Oken, 21, 1828, pag. 735.
15. **Wagler, J.,** Natürliches System der Amphibien, München, Stuttgart und Tübingen, 1830.
16. **Wiedersheim, R.,** Die Anatomie der Gymnophionen, Jena, 1879.
17. **Wiedersheim, R.,** Ueber den Kopf der Gymnophionen, Zool. Anz., 1879.
18. **Wiedersheim, R.,** Nachträgliche Notiz zu meiner Mittheilung „über den Kopf der Gymnophionen", Zool. Anz., 1879.
19. **Wiedersheim, R.,** Ueber den sogenannten Tentakel der Gymnophionen, Zool. Anz., 1880.

# DAS GEHÖRORGAN.

HIERZU TAFEL XX, XXI UND XXII, FIGG. 91—96.

G. Retzius (3) unterwarf in seinem grossen Werke, welches ebensowohl durch den enormen Aufwand von Fleiss, als durch die Pracht der Darstellung sich auszeichnet, das Gehörorgan von Siphonops annulatus (Coecilia annulata Retzius) einer, wie er selbst aussagt, genauen Untersuchung. Er fand dasselbe sehr eigenthümlich gebaut und in einem, wie ihm schien, rudimentären Zustande ausgebildet. Da er beide Gehörorgane eines Exemplares untersucht hatte und bei beiden zu demselben Ergebnisse geführt wurde, zweifelte Retzius nicht, dass seine Beschreibung allgemeine Geltung habe.

Retzius fand zunächst den Sacculus vor und mit Otolithkrystallen angefüllt; am hinteren Theile desselben erkannte er die Anlage einer Lagena cochleae; ferner constatierte er das Vorhandensein des Utriculus mit den Ampullen und somit die wesentlichen Abtheilungen des häutigen Labyrinthes. Dagegen vermisste Retzius gänzlich die Nerven und die Nervenendstellen. „Meiner Ansicht nach, so lesen wir in seinem Werke, sind sie nicht zur Entwicklung gekommen. Weder am Sacculus und der Lagena, noch im Recessus utriculi, noch an den Ampullen giebt es Spuren von wirklichen Nervenendstellen.“ „Dass kein wirklicher Acusticus vorliegt, ist offenbar.“ Retzius sah ein Bündel schmaler Röhren durch die Gehörcapselwand eintreten, welches „ein in etwaiger Weise umgewandeltes Rudiment des Acusticus darstellt.“ „Meiner Ansicht nach, fährt er fort, geht also der Coecilia annulata ein wirkliches Gehör ab.“ „Man erhält (bei der Coecilia) ein merkwürdiges Beispiel von einem rudimentären Gehörorgan, geradeso wie man bei Proteus ein Beispiel von rudimentärem Gesichtsorgan hat.“

Diesen rein negativen Befund bezüglich der Nervenendstellen und des Acusticus im Gehörorgan der Caeciliiden bestätigt Wiedersheim, indem er zugleich im Namen seines Schülers Waldschmidt an der Naturforscherversammlung zu Berlin, 1886, vom Acusticus aussagte, derselbe sei rudimentär, eine Angabe, welche zu einer Discussion Veranlassung gab. An ihr betheiligten sich Hasse und F. E. Schulze. In derselben wird noch auf weitere Ausführungen Wiedersheim's Bezug genommen, welche offenbar nicht

zum Abdrucke gekommen sind, wesshalb wir es für zweckentsprechend halten, den kurzen Bericht in extenso hier wiederzugeben. Er lautet folgendermaassen (6, pag. 196):

„Herr F. E. Schulze fragt, ob wirklich der Hörnerv gut erhalten ist, während sein Endapparat fehle?

Herr Hasse bemerkt, dass das Labyrinth bei den Coecilien vollkommen entwickelt ist. Es wäre demnach wunderbar, wenn der Nervus acusticus bindegewebig umgewandelt wäre. Auffällig und wenig dafür sprechend erscheint der Umstand, dass das centrale Ende des Hörnerven normal ausgebildet und nur das periphere Ende verändert erscheint.

Herr Wiedersheim erwidert, dass er sich diesen Einwand selbst gemacht habe. Er habe desshalb die Schnecke und die Bogengänge an Schnittserien studiert, aber nichts in denselben vorgefunden."

Endlich lässt Waldschmidt 1887 (5) folgendermaassen sich vernehmen: „Hinsichtlich des n. acusticus bin ich nicht ganz in's klare gekommen, ob es sich um ein höchst schwaches, rudimentäres Gebilde ohne nervöse Substanz, wie ich es zweimal zum obern Rande der Gehörcapsel ziehend zu sehen glaubte, handelt oder ob gar kein Hörnerv vorhanden ist. Ich habe ihn bei mehreren Exemplaren vergeblich gesucht. Die Annahme scheint mir sehr wahrscheinlich, dass die Schleichenlurche, wie dies ja auch G. Retzius betont, keine Gehörsempfindung besitzen."

In seinem Lehrbuche spricht Wiedersheim den Satz aus (7, pag. 451): „Den Gymnophionen sind alle Gehörsempfindungen abzusprechen, und ihr Gehör-Apparat ist gerade so wie das Auge in regressiver Metamorphose begriffen."

Als wir dieses Resultat unserer Vorgänger G. Retzius, Wiedersheim und Waldschmidt, dass die Caeciliiden taub seien, nachzuprüfen unternahmen, wurden wir bald gewahr, dass dasselbe auf einem Irrthume beruhen müsse. Wir unterwarfen in Folge dessen das Gehörorgan von Ichthyophis glutinosus einer längeren, eingehenden Untersuchung und zogen hernach zum Vergleich dasjenige von Siphonops annulatus herbei. Die Ergebnisse unserer Bearbeitung wollen wir nunmehr im Folgenden vorzutragen uns erlauben.

1. Das knöcherne Labyrinth. Dasselbe liegt, von innen betrachtet, als eiförmige Blase zu jeder Seite des Basalknochens (siehe Tafel XV, Fig. 16, lab). Wir geben in Figur 81 einen Querschnitt durch die Labyrinthregion des Schädels wieder, um die Ausdehnung der beiden Vorhöfe (vest) im Vergleich zu derjenigen der Schädelhöhle (sh) zu zeigen.

Auf der schräg abfallenden Fläche jeder Seitenhälfte des Basalknochens sieht man von aussen die Bogengänge als leichtes Relief vorspringen. (Auf den Figuren 1, 12, 13 der Tafel XV bei lab angedeutet.)

Die untere, äussere Wandung des knöchernen Labyrinthes bildet die ovale Platte des Stapes, welch' letzterer schon von Cuvier entdeckt und Operkel genannt wurde. Dugès bezeichnete auch diesen Knochen richtig als Stapes. Seine Uebereinstimmung mit demjenigen der Salamandriden wurde schon von Cuvier betont. Wiedersheim

fand, dass sein Säulchen von einer Oeffnung durchbohrt sei, deren Bedeutung ihm nicht klar wurde. Wie wir sehen, rührt dieselbe von einem Gefässe her, welches nichts anderes sein kann als die Arteria perforans stapedia (Taf. XV, Fig. 14, art; Taf. XX, Fig. 81, art, und Holzschnitt 6 auf Seite 164).

Einen genaueren Einblick in den Bau des knöchernen Labyrinthes zu gewinnen, widerstand unseren Versuchen so lange, bis es uns gelang, dasselbe nach sorgfältiger Macerierung des Basalknochens mittelst Kalilauge und nach Abhebung des Stapes mit einer gegen Säure resistenten Masse anzufüllen. Wir tauchten den Knochen in flüssigen, stark erhitzten Siegellack, reinigten die äussere Oberfläche desselben mit erwärmten Nadeln und brachten ihn hierauf in concentrierte Salzsäure, in welcher wir ihn für eine Nacht beliessen. Des andern Tages lag auf dem Boden des Gefässes der getreue Ausguss des knöchernen Labyrinthes, so wie wir ihn auf Tafel XX in den Figuren 74 und 75 mit Hilfe des Prisma's gezeichnet haben, wozu stets, dem Vorgange von G. Retzius folgend, das rechte Gehörorgan gewählt wurde.

Das ganze Gebilde stellt das Vestibulum vor, das heisst die Form des Lymphraumes, welcher das häutige Labyrinth umgiebt; die Wandung des Perilymphsackes ist zugleich das Periost des knöchernen Labyrinthes.

Von der Aussenseite betrachtet (Fig. 75) sehen wir den grossen Hohlraum (sac), welcher den Sacculus umschliesst. Er ist nicht kugelförmig, wie es scheinen könnte, sondern er hat die Gestalt einer, allerdings sehr stark biconvexen Linse, wie wir uns bei der Betrachtung des Sacculusvorhofes von hinten her überzeugt haben.

Der obere Theil des knöchernen Labyrinthes umschliesst den Utriculus (Fig. 75, utr) und die sehr klar hervortretenden Bogengänge. Man erkennt den Perilymphraum des Utriculus und seines vorne gelegenen Recessus utriculi (rec. utr.), und ferner die Lymphhüllen des vordern, äussern und hintern Bogenganges (can. ant., ext., post.). Eine Anschwellung am vordern Ende des vordern und äussern, am untern Ende des hintern Bogenganges deutet auf die innerhalb derselben liegenden Ampullen (amp. ant., ext., post.).

An der Innenseite (Fig. 74) erkennt man ausser den eben besprochenen Einzelheiten noch des weiteren den Ausguss von fünf aus der Schädelhöhle zum Sacculus führenden Oeffnungen; dies sind die für den Durchtritt des Acusticus in das Labyrinth bestehenden, die innere knöcherne Labyrinthwand durchsetzenden, kurzen Canäle. Sie haben schon bei der Schilderung des Schädels eine flüchtige Besprechung erfahren (Taf. XV, Fig. 16, ac, und Taf. XX, Fig. 74, ram. acust.). Sie stellen fünf oder sechs Meatus acustici dar (siehe auch Seite 166). Der ziemlich grosse Kreis (Fig. 74, snf) steht mit jener Communicationsöffnung des Labyrinthes gegen die Schädelhöhle in Beziehung, welche wir schon am Schädel selbst beschrieben haben und Cochleafenster nennen wollen (siehe Seite 166 und Taf. XV, Fig. 16, lco). Dasselbe ist im Leben durch eine Membran verschlossen, und seiner Aussenseite liegt, wie wir später sehen werden, die kleine Schnecke an.

Hinter der beschriebenen kreisförmigen Stelle zeigt sich noch eine leichte Einbuchtung des knöchernen Labyrinthes, die äussere Umschliessung der hintern Ausbuchtung der Schnecke darstellend (Figg. 74, sne).

Etwas schräg von hinten und aussen gesehen, stellen sich die Verhältnisse ungefähr so dar, wie sie auf Figur 76 gezeichnet sind. Man erkennt die Lymphhülle der hintern Ampulle (amp. post.), des Sacculus (sac), der hintern Ausbuchtung der Schnecke (sne) und den Ausguss des Cochleafensters (snf). Dieser erscheint hier als kurze Säule und enger als von der innern Seite (Fig. 74 snf); es hatte sich an der letztern Stelle eben die Ausfüllmasse tellerförmig ausgebreitet gehabt. Figur 76 (snf) giebt die wahre Weite des Cochleafensters wieder.

Der Perilymphraum des Utriculus zeigt sich von innen in seiner ganzen Ausdehnung (Fig. 74) und ebenso sein Verhältniss zu den Bogenganghüllen. Ausserdem erkennt man den Ausguss der Hülle des senkrecht nach oben strebenden und im Aquaeductus vestibuli nach der Schädelhöhle mündenden Ductus endolymphaticus (Fig. 74, duct. endolymph.).

2. Das häutige Labyrinth. Wir beginnen mit der äusseren Form des häutigen Labyrinthes. Wir hatten den feineren Bau desselben mit Hilfe von Schnittserien ziemlich bald erfahren können; aber eine sichere Darstellung der gesammten Form erhielten wir erst, als es uns wider Erwarten gelang, an einem entkalkten Exemplare die Wände des knöchernen Labyrinthes von einander zu trennen und hierauf das häutige Labyrinth ohne wesentliche Verletzung herauszuschälen; wir färbten nun dasselbe und legten es in toto in Canadabalsam ein, worauf wir es eingehend untersuchen und eine genaue Zeichnung gewinnen konnten (siehe die Figuren 77 und 78). Es empfiehlt sich, die Beschreibung von der Innenseite aus zu beginnen, weil sich hier die Hauptabtheilungen des Labyrinthes leichter übersehen lassen.

Die beiden Haupttheile, Sacculus und Utriculus, treten uns zunächst entgegen. Der Sacculus (Fig. 77, sac) stellt eine grosse, im Umriss ungefähr rhombenförmige Blase dar mit abgestumpften Ecken. Durch einen sehr engen und kurzen Canalis utriculosaccularis (Fig. 77, can. utr. sac.) steht der Sacculus mit dem Utriculus in Verbindung. Man kann am Sacculus vier Buchten unterscheiden, eine untere, vordere, obere und hintere Bucht. Die obere Ausbuchtung (Figg. 77, 78, sin. sac. sup.) schiebt sich zwischen das vordere Horn des Utriculus und den äussern Bogengang hinein und ist auf den Figuren als ganz schwache, durchscheinende Linie angedeutet. Die hintere Bucht setzt sich in die kleine Schnecke fort, welche wir unten besprechen werden. Direct nach oben verengert sich der Sacculus in den verhältnissmässig weiten Ductus endolymphaticus (d. end.). Dieser letztere läuft also an der Innenseite des Utriculus nach oben und tritt durch den Aquaeductus vestibuli in den Perilymphraum des Gehirns ein.

Am Hinterende des Sacculus finden sich zwei kleine Blasen, von denen die eine gerade über der andern ihre Lage hat. Die obere (Figg. 77, 78, p. negl.) entspringt vom

Sacculus mit weitem Halse und stellt eine kleine, kugelförmige Ausbuchtung desselben dar, welche gerade hinter dem Canalis utriculo-saccularis dem Sacculus aufsitzt. Sie legt sich mit ihrem nach oben schauenden Fundus der Aussenseite des hinteren Utriculushornes an. Diese kleine Hohlkugel stellt die Pars neglecta (Retzius) dar.

Unterhalb derselben hängt dem Sacculus eine weitere, etwas grössere Blase an, in welche die hintere Sacculusbucht unmittelbar sich fortsetzt, die Schnecke (Figg. 77, 78, cochl.). Sie besteht aus zwei Abtheilungen, einem unteren und einem oberen Theile. Der grössere, untere Theil stellt eine der Pars neglecta ganz ähnliche Blase dar (Fig. 77, lag. cochl.), welche sich von der Pars neglecta hauptsächlich dadurch unterscheidet, dass sie sich gerade nach der entgegengesetzten Richtung, nämlich nach unten, senkt. Sie ist die Lagena cochleae. Der obere Theil der Cochlea erscheint als ein ganz kleiner Hohlkegel, dessen Spitze nach aufwärts und vorne schaut, die Pars basilaris cochleae (Fig. 77, p. bas. cochl.).

Von der Aussenseite (Fig. 78) erblicken wir die ausserhalb vom hinteren Utriculushorn gelegene Pars neglecta sacculi (p. negl.), welche als kleine Halbkugel hier oberhalb vom Sacculus, von der Innenseite desselben aufsteigend, hervorschaut. Unterhalb der Pars neglecta setzt sich die Sacculusblase (sac) rückwärts in die Schnecke (cochl.) fort. Der Ductus endolymphaticus (d. end.) zieht hinter dem Utriculus nach oben.

Der Utriculus besteht aus drei mächtigen Hörnern, wie wir seine Theiläste nennen wollen, einem hinteren, dem Sinus utriculi posterior (Fig. 77, sin. utr. post.), einem obern, dem Sinus utriculi superior (sin. utr. sup.) und einem vordern Horn oder Sinus utriculi anterior (sin. utr. ant.).

Das hintere Horn (sin. utr. post.) verschmälert sich hinterwärts in einen engen Canal und neigt sich senkrecht nach abwärts; an der untersten Stelle angekommen, knickt derselbe nach auswärts und oben um, sodass diese Stelle einen Heber bildet, dessen beide Schenkel nach aufwärts gerichtet sind. Der mediane, leicht nach vorn gerichtete Schenkel erweitert sich, wie beschrieben, in das hintere Horn des Utriculus, der laterale, etwas nach hinten gerichtete, öffnet sich in die Ampulle des hintern Bogenganges (Fig. 77, amp. post.).

Das obere Horn des Utriculus (sin. utr. sup.) stellt eine kurze und weite Röhre dar, welche an ihrem oberen Ende in zwei kleinere Canäle sich spaltet. Der eine derselben läuft leicht nach auswärts und nach hinten und stellt den hintern oder frontalen Bogengang dar (can. post.); er schwillt hinten zur hintern Ampulle an (amp. post.). Der andere Canal läuft direct nach vorne als vorderer oder verticaler Bogengang (can. ant.) und schwillt vorne in die vordere Ampulle an (amp. ant.).

Das vordere Horn des Utriculus (sin. utr. ant.) ist das längste, läuft gerade nach vorne und verschmälert sich allmälig zu einer engeren Röhre, welche an ihrem Vorderende nach oben rechtwinklig umbiegt und in die vordere Ampulle sich öffnet.

Von aussen betrachtet (Fig. 78) kommt zu den beschriebenen Theilen des Utriculus noch der äussere oder horizontale Bogengang hinzu (can. ext.). Gerade im Mittel-

punkt der Stelle, wo die drei Hörner des Utriculus zusammenlaufen, entspringt der horizontale oder äussere Gang (Fig. 78, can. ext.), läuft zuerst etwas nach hinten, wendet sich dann nach aussen und hernach in gerader Richtung nach vorne, um zu einer eiförmigen Ampulle anzuschwellen (amp. ext.), welche mit ihrer Längsaxe dem vorderen Horne des Utriculus ungefähr parallel läuft. Diese äussere Ampulle öffnet sich nach innen und abwärts in den vorderen Theil des vorderen Hornes des Utriculus, welcher den speciellen Namen Recessus utriculi führt.

Wir kommen nun zur Besprechung der Nervenendstellen des häutigen Labyrinthes und beginnen mit denjenigen des Sacculus. Wenn wir uns zunächst die Innenseite desselben ansehen, so fällt uns vor allen anderen eine sehr grosse, sichelförmige Macula auf, welche die vordere und untere Hälfte des Umkreises der inneren Sacculuswand als Belag überzieht (Fig. 77, mac. sac.). Sie beginnt vorne oben im Umriss keulenförmig, verschmälert sich etwas weniges nach unten und zieht sich zu einem dünnen Strange nach hinten und oben aus. Dass die Form dieser grossen Macula in unserer Zeichnung ganz genau wiedergegeben ist, können wir leider nicht versichern; denn beim Herauspräparieren des Labyrinthes hat der Sacculus jedesmal etwas gelitten. Wir haben die Bilder indessen mit Hilfe von Querschnittserien nachgeprüft und glauben desshalb die Macula sacculi im ganzen richtig wiedergegeben zu haben.

Die zweite Macula des Sacculus ist die Macula neglecta, Retzius, (Figg. 77, 78 bei p. negl.). Sie bedeckt den Fundus der bläschenförmigen Pars neglecta und bildet einen nach vorne und unten offenen Becher. G. Retzius ist der Entdecker dieser Macula bei andern Vertebraten.

Die äussere Wand des Sacculus trägt keine Nervenendstellen, wesshalb wir dieselben, obschon sie von der innern Wandung her deutlich durch die äussere durchscheinen, nicht eingezeichnet haben, um das Bild nicht zu verwirren (siehe Fig. 78).

Die Schnecke weist zwei von einander verschiedene Nervenendstellen auf, indem die beiden Abtheilungen derselben, die Lagena und die Pars basilaris, mit je einer besonderen Endstelle versehen sind.

Die Lagena cochleae zeigt ihren nach vorne und unten schauenden Fundus mit einer Crista belegt, welche von der Innenseite betrachtet deutlich hervortritt und als Papilla lagenae bezeichnet wird (Fig. 77, pap. lag). Sie liegt in Form eines Halbmondes dem nach vorne schauenden Theile des Lagenablindsackes auf.

Der kleine Hohlkegel am obern Ende der Schnecke, die Pars basilaris cochleae (Fig. 77, p. bas. cochl.) trägt ebenfalls eine kleine Nervenendstelle, welche Papilla basilaris cochleae heisst (Fig. 77, pap. bas.). Dieselbe bildet einen kleinen Halbring wie die Papilla lagenae.

Die eben geschilderte kleine Schnecke mit ihren beiden Abtheilungen, der Lagena und der Pars basilaris und den beiden Nervenendstellen in diesen Theilen, den wunderlicher

Weise sogenannten Papillen, kommt auch den übrigen Amphibien in ähnlicher Ausbildung zu. Bei den Caeciliiden hat Retzius ausser den Nervenendstellen auch die Schnecke vermisst. Er spricht auf Seite 183 seines Werkes nur von einer Anlage der Lagena cochleae und auf Seite 221 von der bei allen Amphibien, ausgenommen Coecilia, vorhandenen Lagena cochleae.

Wir treten nun an die Schilderung der Nervenendstellen des Utriculus und beginnen dieselbe am zweckmässigsten von der Aussenseite (Fig. 78). Wir haben hier zunächst die drei Cristae der Ampullen zu verzeichnen (Fig. 78, cr. amp. ant., ext., post.). Die Crista der Ampulle des vorderen Bogenganges (cr. amp. ant.) ist mit ihrer Innenfläche etwas nach abwärts und hinten gerichtet und im übrigen transversal zur Längsaxe des Körpers gestellt. Die Crista der äusseren Ampulle (cr. amp. ext.) ist senkrecht gestellt und nach innen und etwas weniges nach oben gerichtet. Die Crista der Ampulle des hinteren Bogenganges (cr. amp. post.) endlich hat horizontale Stellung, bildet mit der vorderen einen rechten Winkel und sieht wie die Crista der äusseren Ampulle direct nach der Innenseite. Man kann also sagen: Die vordere Crista sieht nach hinten, die äussere und die hintere wenden sich beide nach der Innenseite, sind jedoch in einem rechten Winkel zu einander gerichtet. Jede Crista steht rechtwinklig zu dem ihrer Ampulle zulaufenden Bogengange.

Ausser diesen drei Cristae besitzt der Utriculus noch zwei Maculae, von denen die eine bei anderen Formen schon längst bekannt ist, während wir die andere noch nicht beschrieben finden. Die erste (Fig. 78, mac. rec. utr.) belegt den Boden des vorderen Endes des Sinus utriculi anterior oder des Recessus utriculi und ist die Macula recessus utriculi.

Ausser dieser haben wir noch eine zweite aufgefunden, welche gerade hinter der Stelle, wo der Canalis utriculo-sacculari in den Utriculus sich öffnet, an der Aussenwand des Utriculus als tellerförmige Nervenendstelle gelegen ist, und welche wir Macula fundi utriculi (Fig. 78, mac. fun. utr.) nennen wollen. Sie liegt genau über der Macula neglecta des Sacculus und kehrt ihre concave Fläche schräg nach oben, gegen das obere Horn des Utriculus gerichtet, und nach innen zu.

Ueber diese Macula fundi utriculi (nobis) sind noch einige weitere Worte nothwendig; denn es geht aus mehreren Stellen bei Retzius hervor, dass dieser Autor unsere Nervenendstelle ebenfalls gesehen, aber irrthümlicher Weise mit seiner Macula neglecta identificiert hatte. Retzius sagt nämlich von Acipenser (3, pag. 214): „In der Nähe des grossen Canalis utriculo-sacularis liegt eine aus zwei getrennten Hügeln bestehende Macula neglecta am Boden des Utriculus.“ Von den Dipnoern lesen wir (3, pag. 219): „Die eine und ungetheilte Macula neglecta befindet sich bei Protopterus und wahrscheinlich auch bei Ceratodus am Boden des Utriculus eine kleine Strecke hinter dem Canalis utriculo-sacularis.“ Bei den Ichthyoden findet Retzius eine Macula an der Wand des Canalis utriculo-sacularis selbst.

Bei den Salamandriden und Anuren endlich gewahrt er die Macula neglecta in der bekannten kleinen Ausstülpung des Sacculus, die wir oben auch bei unserem Caeciliid als Pars neglecta sacculi kennen gelernt haben.

Aus diesen Befunden schliesst nun Retzius, dass die Macula, welche er am Boden des Utriculus liegend fand, dieselbe sei wie diejenige in der Pars neglecta des Sacculus, nämlich die Macula neglecta, und dass sie allmälig von oben nach unten herabgerückt sei.

Nun fand sich aber auffallender Weise diese Macula neglecta bei den Reptilien wieder am Boden des Utriculus und nicht, wie man hätte erwarten sollen, im Sacculus (3, pag. 220).

Durch die von uns nachgewiesene Existenz von zwei differenten Maculae bei den Caeciliiden, deren eine in einer kleinen Ausbuchtung des Sacculus, die andere am Boden des Utriculus liegt, ist die Schwierigkeit gehoben. Nur die im Sacculus liegende Nervenendstelle ist die Macula neglecta von Retzius, die im Fundus des Utriculus liegende ist eine besondere, neue Macula, welche bei den Ganoiden, Dipnoern, Caeciliiden und Reptilien sich findet, und welche wir Macula fundi utriculi genannt haben.

Die Frage, ob die beiden besprochenen Maculae ursprünglich aus einer einzigen durch Theilung entstanden sein könnten, welche mit ihrem Mittelstücke gerade der hinteren Wandung des Canalis utriculo-saccularis auflag und mit ihrem oberen Ende in den Utriculus, mit ihrem unteren in den Sacculus hineinreichte, ist mit obigen Auseinandersetzungen nicht aufgehoben.

Die Innervation der besprochenen Nervenendstellen verhält sich folgendermaassen: Die Acusticusäste, welche die vordere und äussere Ampulle und die Macula recessus utriculi versorgen, treten durch die vordere Oeffnung der inneren, knöchernen Gehörblasenwandung (vergl. Taf. XV, Fig. 16, ac, vorderster Punkt) gemeinsam hindurch und ziehen dann nach ihren Endstellen, wie es in der Zeichnung (Fig. 78) dargestellt ist. Es bedeutet auf derselben raa den Ramulus acusticus cristae ampullae anterioris, rru den Ramulus maculae recessus utriculi, rae den Ramulus cristae ampullae externae.

Von innen (Fig. 77) sieht man nur die Acusticusäste für die Macula recessus utriculi und die Crista ampullae anterioris.

Die Nerven der Crista der hinteren Ampulle und der Macula fundi utriculi stossen zusammen und laufen nebeneinander her, an der Seite der Nerven der Macula neglecta sacculi einerseits, und andererseits des Ramulus der Papilla basilaris cochleae, der Papilla lagenae cochleae und des hintersten Nervenästchens der Macula sacculi, zur hintersten Oeffnung der medianen, knöchernen Labyrinthwand (siehe Taf. XV, Fig. 16, bei ac, hinterster Punkt).

Auf der Figur 77 sehen wir das genannte Nervenbündel dargestellt. rs4 bedeutet den hintersten oder vierten Ramulus acusticus für die Macula sacculi: rl ist der Ramulus papillae lagenae; rb der Ramulus papillae basilaris; rap der Ramulus cristae posterioris;

rfu der Ramulus maculae fundi utriculi und endlich rn der Ramulus acusticus maculae neglectae sacculi. An einem durchscheinend gemachten Labyrinthe kann man alle diese Aeste nach und nach deutlich verfolgen.

Von aussen (Fig. 78) erkennt man in rap den Ramulus cristae ampullae posterioris; in rfu den Ramulus maculae fundi utriculi; in rn den Ramulus maculae neglectae sacculi.

Die grosse Macula sacculi wird, wenigstens in der Regel, von vier Acusticusästen versorgt, von denen der hinterste (Fig. 77, $rs_4$) schon erwähnt worden ist. Das Verhalten der drei übrigen zeigt die Figur 77 bei $rs_3$, $rs_2$ und $rs_1$. Statt vier Aesten für die Macula sacculi scheinen auch fünf vorkommen zu können.

Nachdem die fünf Acusticusäste, deren Querschnitte wir auf Fig. 77 wahrnehmen, und von denen der vorderste und hinterste starke Nervenbündel darstellen, den Knochen passiert haben, vereinigen sie sich an der Innenseite der knöchernen Labyrinthcapsel zu einem länglichen, von hinten oben nach vorne unten gerichteten, sehr flach gedrückten Ganglion, welches ungefähr halbmondförmig gestaltet ist (Fig. 80, g. ac.) und mit seinem oberen und hinteren Ende an der Seitenwand der Medulla oblongata entspringt.

Wir fügen nun noch einige Schnitte bei zum nähern Ausweis über die Nervenendstellen. Die Figur 83 (Tafel XXI) stellt einen Querschnitt durch das Gehörorgan von Ichthyophis dar, welcher so gerichtet ist, dass die Macula fundi utriculi (mac. fun. utr.), die Macula neglecta sacculi (mac. negl.) und die Macula sacculi (mac. sac.) getroffen wurden. Auf jeder dieser Maculae schwebt ein Klümpchen schleimiger Substanz, welche im unentkalkten Gehörorgan eine Unmasse von Otoconien enthält. Diese befinden sich also in einer gallertigen Grundsubstanz. Der in solcher Weise zusammengesetzte Otolith der Macula sacculi ist von bedeutender Grösse (Figg. 83, 84, 85, ot. sac.).

Die beiden kleinen Maculae fundi utriculi und neglecta sacculi desselben Schnittes haben wir in Figur 86 stärker vergrössert dargestellt. Man erkennt, wie jede derselben aus wesentlich zwei Zellenschichten zusammengesetzt ist, von denen die untere ganz regelmässig nebeneinander stehende, mit Carmin dunkel roth sich färbende, ovale Kerne enthält. Dies sind die wohl bis an die Oberfläche reichenden Stützzellen. Die obere Zellenlage enthält kuglige, blassroth sich färbende Kerne, und jede ihrer Zellen trägt ein Sinneshaar. Diese ist die Sinneszelleuschicht. Weitere kleine Kerne liegen oft zwischen beiden Schichten.

Die eben geäusserten kurzen Bemerkungen über die Zusammensetzung der Maculae sollen indessen nicht etwa als ein Versuch zu einer histologischen Analyse der Nervenendstellen aufgefasst werden, sondern nur als Existenzbeweis der letzteren dienen. Zu einer feineren histologischen Untersuchung wäre das Material ungünstig; denn die Conservierungsflüssigkeiten dringen nicht gut in das von Knochenwänden ausserordentlich dicht umschlossene Labyrinth ein, und das Object muss wegen der harten Knochensubstanz behufs Entkalkung längere Zeit mit Säure behandelt werden.

Die Otolithen der Macula fundi utriculi und der Macula neglecta sacculi sind ebenso gebaut, wie derjenige der Macula sacculi. Sie bestehen aus gallertiger Grundsubstanz mit eingestreuten Otoconien (Fig. 86, mac. fun. utr. und mac. negl., ot.).

Einen stark vergrösserten Querschnitt durch die Macula sacculi mit einem Theil ihres Otolithen zeigt Figur 87. Die Macula verhält sich in ihrem Aufbau ebenso wie die beiden oben beschriebenen; es bezeichnen unten liegende, dunkel gefärbte, ovale Kerne die Stützzellenlage und darüber geordnete, hell gefärbte, runde Kerne die Sinneszellenschicht. Der Otolith (ot) der Macula sacculi zeigt an einigen Stellen noch die Umrisse der durch die Säure gelösten Otoconien in der gallertigen Grundsubstanz. Die Masse der Otoconien ist so gross, dass ein nicht mit Säuren behandeltes knöchernes Labyrinth in seinem Inneren eine Menge schneeweissen Staubes enthält.

Ausser den beschriebenen geben wir nun noch die Zeichnungen von drei weiteren Schnitten durch das Gehörorgan von Ichthyophis. Der Schnitt Figur 82 ist durch das hinterste Ende des Sacculus gelegt, sodass gerade die winzige Schnecke quer getroffen ist. Man sieht die beiden Theile derselben, die Lagena (lag. cochl.) mit der Papilla lagenae (pap. lag.) und die als kleiner Hohlkegel erscheinende Pars basilaris (p. bas. cochl.). Auf der Papilla lagenae schwebt der Otolith der Lagena (ot. lag.). Der dem Sacculus angehörige Theil (sac) ist hier hinten ganz schmal, da der Sacculus ja überhaupt gewissermaassen in dem kleinen Schneckengange selber endigt (cf. Taf. XX, Fig. 78, cochl.).

Schon jetzt heben wir hervor, dass man die noch zu beschreibende Cisterna perilymphatica (Figg. 82, 83, 84, 85, cist. per.) von dem Sacculus (sac) wohl zu unterscheiden hat.

Die weiteren Bezeichnungen sind wie am Gesammtbild gewählt. So denn auch auf Figur 84, welche einen Schnitt gerade durch den Canalis utriculo-sacccularis (can. utr. sac.) wiedergiebt. Der Schnitt der Figur 85 fiel durch die Gegend der äusseren Ampulle, sodass die Crista ampullae externae quer getroffen wurde (cr. amp. ext.).

Alle die bei Ichthyophis beschriebenen Nervenendstellen zeigt auch Siphonops annulatus, Mik. Wir haben drei Schnitte durch das Gehörorgan dieser Art zum Beweise des Gesagten abgebildet (Figg. 88, 89, 90). Es verhalten sich beide Formen gleich, soweit das blosse Vorhandensein der einzelnen Theile in Betracht kommt; doch unterscheidet sich Siphonops von Ichthyophis zunächst dadurch, dass sein Sacculus bedeutend kleiner erscheint. Man vergleiche die Figur 88 von Siphonops mit der Figur 83 von Ichthyophis; ferner Figur 89 (Siphonops) mit Figur 84 (Ichthyophis); endlich Figur 90 (Siphonops) mit Figur 85 (Ichthyophis). Ferner ist die Macula neglecta sacculi von Siphonops grösser als die von Ichthyophis (vergl die Figg. 88 und 83, mac. negl.). Der Canalis utriculo-sacccularis von Siphonops ist klaffender als der von Ichthyophis (vergl. Figg. 89 und 84, can. utr. sac.).

Auf dem Schnitt Figur 90 sieht man bei Siphonops den Ductus endolymphaticus (d. end.) vom Sacculus abgehen und oben durch den Aquaeductus vestibuli (aq. vest.) in

die Schädelhöhle eintreten. Auch die Cochlea mit Lagena und Pars basilaris und den Papillen derselben haben wir bei Siphonops nicht vermisst.

Wir haben den Figuren auf Taf. XXI dieselbe schräge Stellung gegeben, welche das Labyrinth im Schädel hat (vergl. den Querschnitt durch die hintere Schädelregion, Taf. XX, Fig. 81).

Ausser den beschriebenen Theilen ist nun noch des Ductus perilymphaticus, Hasse, zu gedenken. Wie die Figuren 82, 83, 84, 85 bei Ichthyophis zeigen, ist der kleinere Theil des Vestibulum vom Sacculus eingenommen, der grössere dagegen, welcher einen weitgedehnten, linsenförmigen Raum darstellt, ist von peripherer Lymphe erfüllt und bildet eine Cisterna perilymphatica (cist. per.). Von diesem Raume aus nimmt ein besonderes wohl abgeschlossenes Lymphgefäss seinen Ursprung, indem es sich unterhalb der äusseren Ampulle klaffend wie eine Brunnenröhre in die Cisterne (Fig. 85, bei d. per.) öffnet. Um den weiteren Verlauf des Ductus perilymphaticus zu erfahren, betrachten wir die Figur 79 auf Tafel XX, wo derselbe in die Umrisse des Labyrinthes eingetragen ist. Ap bedeutet seine Oeffnung in die Cisterna; von hier zieht er dann im Bogen zuerst median und nach oben, dann nach hinten, unten und rückwärts, darauf hinter der Pars neglecta sacculi, bei dem Einschnitt zwischen dieser und der Cochlea, nach der medianen Seite des Labyrinthes, tritt dann durch das Cochleafenster hindurch und öffnet sich in die Lymphräume des Gehirns.

Bei Ichthyophis nimmt die Cisterna perilymphatica den ganzen nicht vom Sacculus ausgefüllten äusseren Theil des Vestibulums in Anspruch, sodass die membranöse Hülle der Cisterna mit dem Periost der äusseren Wandung des Vestibulums zusammenfällt (siehe die Figg. 82, 83, 84, 85). Bei Siphonops dagegen ist die Cisterna perilymphatica kleiner als ihre knöcherne Umgrenzung, sodass sich zwischen dem membranösen Cisternenschlauche und der knöchernen Wandung des Vestibulums ein von Bindegewebe durchzogener, äusserer Lymphraum vorfindet (vergl. die Figg. 88, 89, 90).

Wir haben noch eine, wie uns scheint, wichtige Beobachtung aus der Entwicklungsgeschichte des Gehörorgans von Ichthyophis mitzutheilen. Als wir nämlich das Labyrinth eines Embryos herauspräparierten, welcher etwa das Stadium der Figur 38 auf Tafel 4 dieses Bandes repräsentierte, erhielten wir das in den Figuren 94 und 95 auf Tafel XXII gezeichnete Bild. Vor allem andern fällt an demselben eine grosse birnförmige Blase auf (Figg. 94, 95, d. end.), welche die blinde Endigung des Ductus endolymphaticus darstellt und zur Seite des Gehirns senkrecht emporsteigt, eine auch auf Schnitten sehr auffallende Erscheinung. Ferner hat in diesem Stadium der Sacculus eine andere Form als beim erwachsenen Thiere (vergl. die Figuren 94, 95 mit den Figuren 77, 78, Taf. XX). Während bei letzterem die grössere Länge des Sacculus zur Längsrichtung des Thieres senkrecht steht, ist sie beim Embryo derselben gleichlaufend; auch hat der Sacculus beim Embryo die Form eines Rechteckes, beim erwachsenen Thiere dagegen mehr diejenige eines Eies. Ferner überraschte uns, zu finden, dass im Sacculus des Embryos ein ver-

hältnissmässig kleiner, resistenter, wenig durchscheinender Otolith sich vorfindet (Figg. 94, 95, ot), während doch der Sacculus des erwachsenen Thieres, wie oben schon geschildert, von einem Gallertklumpen eingenommen ist, welchen eine Unmasse regelmässiger Otoconien erfüllt. Wir haben den kleinen Otolithen des Embryos herauspräpariert und in Figur 96 gezeichnet. Er stellt eine ziemlich dicke, rundliche Platte dar, welche sich gegen den Druck des Deckglases fühlbar resistent verhält. Er ist ganz und gar von nach allen Seiten sich kreuzenden Rissen durchsetzt, welche unregelmässige Theilstücke begrenzen. Der kleine Otolith gewährt vergrössert das Bild einer von tausend Spalten durchzogenen trüben Eisplatte.

Ausser den aufgezählten Eigenthümlichkeiten fanden wir alle Einzelheiten wie beim erwachsenen Thiere vor: die Macula sacculi, die Macula neglecta in der kugelförmigen Pars neglecta, die Schnecke mit der Lagena und Pars basilaris, der Papilla lagenae und Papilla basilaris; ferner die Cristae der Ampullen, die Macula recessus utriculi und endlich auch die Macula fundi utriculi. Wir verweisen auf die gegebenen Figuren, an denen alle Bezeichnungen so gewählt sind wie an den übrigen Bildern.

Die Schnitte 91, 92, 93 thun das Vorhandensein einiger wichtigerer Nervenendstellen dar. Sie zeigen ferner die auffallende Erscheinung, dass die Cisterna perilymphatica bei dem Embryo fehlt und der Sacculus einen relativ viel grösseren Theil des Vestibulum einnimmt, als beim erwachsenen Thiere (vergleiche speciell Fig. 93).

Auch im Stadium der Figur 43 auf Tafel V vermissen wir noch die Cisterna perilymphatica.

Die oben erwähnten Eigenthümlichkeiten des embryonalen Gehörorganes, welche in der eiförmigen Endolymphblase, dem kleinen, rechteckigen, längsgerichteten Sacculus und dem ebenfalls relativ kleinen, compacten, tafelförmigen, rissigen Otolithen sich aussprechen, gewinnen eine merkwürdige Bedeutung, wenn wir das Gehörorgan der Ganoiden vergleichend herbeiziehen. Wir lesen nämlich bei G. Retzius über das Labyrinth von Acipenser sturio L. folgendes: „Der Sacculus ist eine längliche, ovale Blase.“ „Der Ductus endolymphaticus erweitert sich zu einer länglichen Blase, Sinus endolymphaticus.“ „Der Sacculusotolith ist, wie Breschet u. A. angeben, ein zusammenhängendes Gebilde.“ „Er scheint einen Uebergang von den reinen Concrementen anderer Wirbelthiere zu der compacten Otolithenform der Knochenfische zu bilden.“

Die Angaben von Retzius finden wir durch seine Abbildung bestätigt. In der That läuft ein kleiner, ungefähr wie ein Rechteck geformter, der Längsrichtung des Thieres parallel liegender Sacculus nach oben in einen erst dünnen, dann sich zu einer eiförmigen Blase erweiternden Ductus endolymphaticus aus, ganz wie bei unserm Embryo. Der Otolith (Fig. 28 bei Retzius) stellt eine allerdings unregelmässig geformte, aber gleichfalls, wie beim Embryo von Ichthyophis, von vielen Rissen durchzogene Platte dar. Die Uebereinstimmung zwischen dem embryonalen Gehörorgan eines Caeciliiden und demjenigen eines erwachsenen Ganoiden, speciell Acipenser, ist also eine auffallende. Immerhin ist die Ab-

gangsstelle des Ductus endolymphaticus vom Sacculus bei Acipenser eine etwas andere als beim Embryo von Ichthyophis, und wenn man weiter vergleicht, ergeben sich noch manche Differenzen; aber es ist auch selbstverständlich keineswegs vorauszusetzen, dass gerade Acipenser das in's Auge gefasste ontogenetische Ganoidenstadium höherer Formen repräsentiere.

Dass der Otolith unseres Embryos dem der Ganoiden so sehr gleicht, speciell wiederum dem von Acipenser, und später durch eine mit Otoconien erfüllte Gallertmasse ersetzt wird, ist sehr überraschend. Wir haben indessen bei zwei Embryonen in beiden Labyrinthen denselben Befund zu verzeichnen gehabt, und zwei Otolithen sind isoliert untersucht worden, sodass eine Täuschung kaum vorliegen kann.

Im Stadium der Figur 43 (Taf. V) findet sich schon ein Gallertklumpen mit Otoconien; der frühere, feste Ganoidenotolith wird also resorbiert, und Otoconien werden in gallertartige Grundsubstanz ausgeschieden.

Die Ganoidenähnlichkeit des Gehörorgans vom Embryo Figur 38 (Taf. V) gewinnt noch eine erhöhte Bedeutung durch den von uns auf Seite 145 und folgenden geführten Nachweis, dass derselbe Embryo im Enddarm die Spur einer Spiralklappe zeige, wie dieselbe besonders ähnlich Lepidosteus, also auch ein Ganoide, aufweise. Wir haben also in unserm Embryo kurz vor und mit Auftreten der äusseren Kiemen ein Ganoidenstadium vor uns. Mit der Entfaltung äusserer Kiemen nähert sich dann unser Thier einem Durchgangspunkte, welchem die heutigen Dipnoer noch mehr oder weniger nahe stehen dürften, eine Angabe, welche wir indessen nicht auf das Gehörorgan beziehen möchten.

Auch bei Embryonen von Sauropsiden und Säugern ist die Endolymphblase schon gesehen und gezeichnet, aber, soweit wir wenigstens wissen, phylogenetisch noch nicht gedeutet worden; und ebenso haben wir schon im angezogenen Abschnitte über den Enddarm darauf aufmerksam gemacht, dass, nach gewissen Bildern anderer Autoren zu schliessen, auch bei den Amnioten in einem entsprechenden Embryonalstadium die Spur einer Spiralklappe im Enddarm nachweisbar sein müsse.

Ein Ergebniss des Gesagten wäre die wissenschaftliche Berechtigung der Vermuthung, dass die Amphibien und Amnioten ontogenetisch zu einer bestimmten Zeit ein Ganoidenstadium durchlaufen.

Unsere Vorgänger in der Bearbeitung des Gehörorgans der Caeciliiden sind, wie wir schon zu Anfang unseres Abschnittes hervorgehoben haben, nicht besonders glücklich gewesen; weder Retzius, noch Wiedersheim, noch Waldschmidt hatten Nervenendstellen oder einen Acusticus nachzuweisen vermocht. Es ist gewiss ausser Zweifel, dass die Conservierung der Exemplare, welche diesen Forschern zur Bearbeitung zugekommen sind, ungenügend gewesen war. Die Anwendung von starkem und reinem Spiritus erhält die Endstellen wohl immer; denn ein in solcher Weise conserviertes Exemplar von Siphonops annulatus zeigte, wie oben ausgeführt, alle Nervenendstellen und den Acusticus gut ausgebildet.

Scarpa (4), welcher von Retzius als Bearbeiter des Gehörorgans der Caeciliiden angezogen wird, verstand unter Caecilia die Blindschleiche, wie er selber sagt: „Caecilia, il piccolocchio, Gallis l'orvet, Anglis blindworm". (Die Italiaener brauchen auch das Wort cecilia, das lateinische caecilia für die Blindschleiche.) Die von Scarpa gegebene Abbildung beweist ausserdem das Gesagte, und desshalb spricht der Autor auch von einer Paukenhöhle und einer Tuba Eustachii.

Retzius nennt die von ihm untersuchte Form Caecilia annulata (= Siphonops annulatus, Mik.). Die Umrisse des von ihm abgebildeten häutigen Labyrinthes sehen fremdartig aus und stimmen nicht recht zu unsern Befunden an Siphonops. Sollte Retzius weder Ichthyophis, noch Siphonops, sondern vielleicht eine dritte Form vor sich gehabt haben?

Das Gehörorgan der Caeciliiden lehnt sich enge an dasjenige der Urodelen an; doch ist es von hinten nach vorne etwas mehr zusammengeschoben; die vorderen und hinteren Ampullen sind mehr aufwärts gerichtet und die Bogengänge stärker gebogen als bei den Urodelen; es erinnert dieser Umstand, wie ferner die Derbheit der Bogengänge, auch an die Anuren.

Der Sacculus der Caeciliiden mit seiner sichelförmigen Macula übertrifft an Ausdehnung denjenigen aller anderen Amphibien, und ferner sind die Caeciliiden, wenigstens die von uns untersuchten Ichthyophis und Siphonops, durch den Besitz einer besonderen Macula, der Macula fundi utriculi, nobis, vor den andern Amphibien ausgezeichnet, falls bei diesen nicht doch noch die Existenz dieser Nervenendstelle, zum wenigsten bei einzelnen Formen derselben, erwiesen werden kann.

Schon bei der Darstellung des Schädels haben wir geschildert, wie der Stapes gegen aussen mit dem Processus oticus des Suspensoriums eine Gelenkverbindung eingeht (siehe Taf. XV, Fig. 14 und Holzschnitt S. 164). Eine akustische Erschütterung des Bodens wird sich also ohne weiteres durch das sehr stark verknöcherte Suspensorium dem Stapes mittheilen, und dieser wird dieselbe zunächst auf die Lymphe der von ihm überwölbten Cisterna perilymphatica übertragen.

Beim Nachdenken über die etwaige Function der Nervenendstellen, glauben wir, sollte die merkwürdige Stellung der Maculae und Cristae in erster Linie berücksichtigt werden. Dieselben sind nach ganz bestimmten und untereinander sehr verschiedenen Richtungen eingestellt. Für die Cristae wurde oben schon darauf hingewiesen. Die Macula recessus utriculi wendet sich senkrecht nach oben, die Macula fundi utriculi schräg nach oben und innen, die Macula neglecta sacculi nach unten, und, wie es scheint, mit ihrem hinteren Theile noch etwas nach vorne, die Macula sacculi nach aussen. Wenn das gesammte Gehörorgan drehbar wäre wie das Auge, so würden wir vielleicht den Umstand, dass die einzelnen Nervenendstellen in bestimmten Winkeln zu einander gerichtet sind, vermissen, und eine einzige grosse Endstelle würde genügen, um Kenntniss von der Richtung des Schalles zu gewinnen.

Die Paukenhöhle fehlt den Caeciliiden ebenso wie den Urodelen, während die Anuren dieselbe besitzen. Wir haben Grund, zu vermuthen, dass die Urodelen und Caeciliiden die Paukenhöhle secundär verloren haben, da sie ohnedies, wie wir im letzten Abschnitte zu zeigen gedenken, als relativ junge und in manchen Beziehungen degenerierte Formen zu betrachten sind. Es wäre dieser Fall nicht ohne Analogie; denn auch den Schlangen und Amphisbaenen fehlt bekanntlich dieses Organ und wurde von diesen Formen zweifellos secundär eingebüsst.

Zum Schlusse sei zusammenfassend darauf hingewiesen, dass im Gegensatz zu der allgemein verbreiteten irrthümlichen Meinung, die Blindwühlen seien taub, das Labyrinth der Caeciliiden sich vor dem der übrigen Amphibien durch eine bedeutend reichere Ausbildung auszeichnet, welche in erster Linie in der besonders stark ausgedehnten Macula sacculi und in zweiter Linie in dem Besitze der Macula fundi utriculi neben der Macula neglecta sacculi sich ausspricht. Die Blindwühlen, zum wenigsten die von uns untersuchten Gattungen Ichthyophis und Siphonops, haben also ein feines Gehör, ein Umstand, welcher ihnen bei ihrer unterirdischen Lebensweise sicherlich von grossem Nutzen sein wird; ausserdem haben wir die Nase ganz besonders hoch entwickelt vorgefunden, und endlich sind die Caeciliiden sämmtlich mit dem so merkwürdigen Tentakelapparate ausgestattet, Verhältnisse, wie wir sie in vorigen Abschnitten eingehend auseinandergesetzt haben. Auf der andern Seite erscheint das Auge als in entschiedenem Rückgange begriffen; während man dasselbe bei Ichthyophis noch gut zu erkennen vermag, wird es bei andern Formen, wie beispielsweise bei Caecilia gracilis, Shaw, schon fast ganz von Knochen überdeckt. Der Geruch-, Gehör- und Tastsinn wetteifern also miteinander, das unbrauchbar werdende, und in einigen Fällen wohl schon ganz functionslos gewordene, Auge zu ersetzen.

# Literaturverzeichniss.

Zum Abschnitte über das Gehörorgan.


1. **Cuvier, G.,** Le règne animal distribué d'après son organisation etc., tom. 2, Paris, 1817.
2. **Dugès, A.,** Recherches sur l'ostéologie et la myologie des Batraciens à leurs différens âges, Mém. prés. à l'acad. d. sc. Paris, sc. math. et phys., tom. 6, 1835.
3. **Retzius, G.,** Das Gehörorgan der Wirbelthiere, morphologisch-histologische Studien, I, Stockholm, 1881.
4. **Scarpa, A.,** Anatomicae disquisitiones de auditu et olfactu, editio altera auctior, Mediolani, 1794.
5. **Waldschmidt, J.,** Zur Anatomie des Nervensystems der Gymnophionen, Jenaische Zeitschr. f. Naturw., 20, 1887.
6. **Wiedersheim, R.,** Ueber das Gymnophionen-Gehirn, Tageblatt der 59. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Berlin, 1886, pag. 196.
7. **Wiedersheim, R.,** Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere auf Grundlage der Entwicklungsgeschichte bearbeitet, zweite Auflage, Jena, 1886.

# EINE NOTIZ ÜBER DAS GEHIRN VON ICHTHYOPHIS.

HIERZU TAFEL XXII, FIGG. 97–101.

Ueber das Gehirn von Ichthyophis möchten wir eine kurze Bemerkung mittheilen, welche uns der Erwähnung werth scheint. Es hat dieses Organ, speciell dasjenige von Siphonops, zuerst durch Rathke (2) eine meisterhafte und ausführliche Beschreibung erfahren; hernach untersuchte ebendasselbe, sowie dasjenige von Ichthyophis Wiedersheim (4), wobei er sich unter anderem folgendermaassen äussert (pag. 59): „Das Gehirn von Epicrium glutinosum zeigt eine entschieden höhere Organisation, als dasjenige von Siphonops, was sich in der mächtigen Entfaltung der Hemisphären ausspricht. Während jene von Siphonops eine fast walzenförmige, nach hinten zu nur wenig anschwellende Configuration erkennen liessen, sind diejenigen von Epicrium nach vorne zu stark verjüngt, zeigen sehr scharf abgesetzte, fast zitzenartig ausgezogene Riechlappen und schwellen gegen ihr Hinterende zu mächtigen, nach Höhe und Breite gleich stark entwickelten Kugeln an. Eine ähnliche Entwicklung des Vorderhirns ist, ganz abgesehen von einer so deutlich ausgesprochenen Differenzierung der Lobi olfactorii bei keinem einzigen anderen Amphibium mehr zu constatieren, und erst in der Reihe der Reptilien stossen wir wieder auf derartige Wachsthumsverhältnisse."

Wiedersheim's Bemerkungen sind nach unseren Befunden noch weiter dahin auszuführen, dass das Vorderhirn von Ichthyophis nach hinten und unten zu jederseits einen deutlichen Lappen bildet (Fig. 97, l. temp.), in welchem wir schwerlich etwas anderes als einen ächten Temporallappen zu erblicken haben; und werden wir durch diesen Umstand schon an höhere Verhältnisse erinnert, so muss es uns verwundern, auf der Fläche dieses Schläfenlappens zwei, zwar seichte, aber doch leicht erkennbare Sulci wahrzunehmen, einen obern (Fig. 97, s. t. sup.) und einen untern Sulcus (s. t. inf.), welche einen kleinen Gyrus (g. t.) zwischen sich fassen. (Für die weiteren Bezeichnungen der Figur 97 siehe die Tafelerklärung. Die Zirbeldrüse ist entfernt.) Der untere Sulcus ist etwas ausgedehnter als der obere, indem er noch etwas nach vorne sich hinzieht (siehe den Schnitt Fig. 101, welcher etwas weiter vorn als derjenige der Fig. 99 durch das Gehirn geführt ist).

Die in den Figuren 99 und 101 abgebildeten Schnitte sollen beweisen, dass es sich bei der Constatierung der Sulci und des Gyrus nicht um einen Irrthum handelt; auch haben wir ausserdem an drei Gehirnen dieses Verhältniss constatiert.

Die Existenz eines Temporallappens mit zwei Hirnfurchen lässt in der That die Ausbildung des Gehirns von Ichthyophis recht hoch erscheinen, ganz besonders, wenn die allgemeine Annahme correct ist, derzufolge sowohl die Lappen, als die Sulci und Gyri sonst nur bei den Säugethieren, und zwar auch hier nur bei höheren Formen beobachtet sind und andeutungsweise auch bei einigen Vögeln (siehe z. B. v. Mihalkovics, 1, pag. 155 ff.).

Hinsichtlich des Mittelhirns hatte Rathke (2, pag. 338) unter anderem geschrieben: „Derjenige Theil des Gehirns, welcher der Vierhügelmasse des Menschen entsprach, ..... liess in der Mitte eine schmale, sehr seichte, wie überhaupt nur schwach angedeutete Längsfurche erkennen.“ Dies bestätigt Wiedersheim (4, pag. 58). Waldschmidt (3, pag. 463) äussert sich dagegen folgendermaassen: „Das Mittelhirn . . . . ist ungetheilt und besitzt nicht, wie Wiedersheim früher annahm, eine zarte Längsfurche, sondern zeigt auf seiner Dorsalfläche eine durch zwei Lamellen erzeugte, dachgiebelartige Konfiguration.“

Wir geben in der Figur 98 eine Zeichnung des Mittelhirns von Ichthyophis, um zu zeigen, dass die von Rathke bei Siphonops beschriebene Längsfurche in der That, auch bei Ichthyophis, existiert (Fig. 98 lf). Sie ist freilich sehr seicht, wie ein Schnitt durch das Mittelhirn darthut (Fig. 100, lf); indessen kommt ihr als solcher einige Bedeutung zu; denn bekanntlich besteht bei Urodelen und Anuren das Mittelhirn aus zwei grossen, nebeneinander liegenden Blasen, welche durch eine tiefe Längsfurche getrennt sind. Bei den Caeciliiden deutet die Seichtheit der Längsfurche darauf hin, dass bei ihnen die bei Urodelen und Anuren bestehenden Mittelhirnblasen oder Lobi optici der Autoren rudimentär geworden sind; dieselben haben bei den Caeciliiden, wohl im Zusammenhange mit dem Auge, nur ein äusserst schwaches Maass der Ausbildung erfahren.

# Literaturverzeichniss.

Zum Abschnitt über das Gehirn.


1. **Mihalkovics, V. v.,** Entwicklungsgeschichte des Gehirns. Nach Untersuchungen an höheren Wirbelthieren und dem Menschen, Leipzig, 1877.
2. **Rathke, H.,** Bemerkungen über mehrere Körpertheile der Coecilia annulata, Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin, 1852.
3. **Waldschmidt, J.,** Zur Anatomie des Nervensystems der Gymnophionen, Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft, 20, 1887.
4. **Wiedersheim, R.,** Die Anatomie der Gymnophionen, Jena, 1879.

# DRÜSEN DER MUNDHÖHLE.

HIERZU TAFEL XXIV, FIGG. 112—117.

Ganz in Kürze wollen wir noch einiger für die Caecilien bis jetzt unbekannter Drüsen der Mundhöhle gedenken.

1. Ober- und Unterlippendrüsen. Der ganze Kopf von Ichthyophis ist mit einer dicken Lage von Hautdrüsen bedeckt, welche namentlich an der Schnauze ein mächtiges Polster bilden. An den Lippen verändern eine Anzahl dieser Drüsen ihren Charakter (Figg. 115 und 116, ldr), sie erhalten lange, öfters geschlängelte Ausführgänge und münden neben der äusseren Zahnreihe im Ober- und Unterkiefer aus. Figur 116 zeigt einen Zahn des Oberkiefers (okz) und daneben eine solche veränderte Hautdrüse (ldr), welche innerhalb der den Zahn nach aussen begrenzenden Hautfalte (ol) ausmündet. Wenn man einen Längsschnitt durch diese ausserhalb der Zahnreihe liegende Lippe anfertigt (Fig. 115), so sieht man die kleinen Säckchen (zs), aus welchen die auf unserem Schnitte nicht getroffenen Zahnspitzen nach aussen treten, und man erkennt, dass auf jeden Zahn mehrere Drüsen kommen. Hin und wider münden je zwei mit einem gemeinschaftlichen Ausführgang aus, und an jeder Drüse ist ein deutlicher Sphincter (sph) nachzuweisen. (Man vergleiche hierüber unseren Abschnitt über die Hautdrüsen von Ichthyophis, pag. 85 ff.) Der inneren oder Vomer Zahnreihe fehlen sie gänzlich, was ihre Natur als umgewandelte Hautdrüsen bestätigt.

Ihr Secret muss direct die Zahnspitzen befeuchten, und da liegt es nahe, daran zu denken, dass es vielleicht dem Biss giftige Wirkungen verleihen könnte. Wenn man sich daran erinnert, dass das Hautsecret der Amphibien höchst gefährliche Eigenschaften besitzt, so zwar, dass eingeimpfter Drüsensaft von Salamandern oder Kröten Hunde in wenigen Stunden zu tödten vermag, und weiter im Auge behält, dass die beschriebenen Lippendrüsen blos umgewandelte Hautdrüsen sind, so gewinnt diese Vermuthung einen gewissen Boden.

Mit dem Hautdrüsensecret von Ichthyophis haben wir leider keine Versuche angestellt, aber, wie früher schon erwähnt (pag. 5), an uns selber seine reizende Wirkung erfahren. Fälle von Bissen sind uns freilich keine vorgekommen; die vielen Blindwühlen, die wir untersucht, erwiesen sich stets als harmlose und durchaus nicht beisslustige Thiere.

Nichtsdestoweniger sind die Caecilien von den Eingeborenen in der Regel gefürchtet, und in dem Werke des Abbé Bonnaterre (1) finden wir die Notiz, der Biss erzeuge eine bedeutende Geschwulst und reichliche Eiterung. Ebenso wurden Greeff (4) von den Eingeborenen von S. Thomé einige Fälle von Tod und schwerer Erkrankung in Folge des Bisses der dortigen Blindwühle berichtet. Wenn sich diese bis jetzt freilich nicht sehr sicheren Angaben bestätigen sollten, so würde man wohl den oben beschriebenen Lippendrüsen die schädliche Wirkung zuschreiben müssen.

Lippendrüsen kommen erst bei Reptilien in allgemeiner Verbreitung vor, bei Amphibien sind sie eine ziemlich seltene Erscheinung.

2. Choanendrüse. In der medialen Wand der Choanenspalte, in einer tiefen Bucht des Vomer eingelagert, findet sich jederseits ein Packet von Drüsenschläuchen vor, welche ihr Secret in die Choane ergiessen. Auf Figur 18 (Taf. XVI) sind eine Anzahl dieser Schläuche (chdr) angedeutet; in ihrem Aussehen und der Art ihres Secretes erinnern sie ganz an die Schläuche der Nasendrüsen.

Hieher gehört vielleicht die Drüse, welche Wiedersheim bei Salamandrina perspicillata (7, pag. 98) an der Circumferenz der Choane fand, deren Ausmündungsstelle er jedoch nicht angeben konnte. Vielleicht ist mit ihr auch die von Born (2, pag. 593) entdeckte Rachendrüse der Anuren verwandt, deren Schläuche freilich sich an der Aussenwand in die Choane hineinziehen, während sie bei Ichthyophis an der medianen Seite lagern.

3. Gaumendrüsen. Bei der äussersten Kleinheit des Intermaxillar-Raumes ist bei Ichthyophis die Drüse gleichen Namens, die bei anderen Amphibien eine so grosse Rolle spielt, nicht zur Entwicklung gekommen. Dafür aber ist der Gaumen reichlich mit anderen Drüsenbildungen bedacht. Zwischen den Zahnreihen des Oberkiefers und des Vomer zieht sich ein mächtiges hufeisenförmiges Drüsenband hin (Fig. 114, sgdr). Kleine Grübchen in demselben (zl) rühren von den Zähnen des Unterkiefers her. Ein weiteres starkes Drüsenpolster (Fig. 114, mgdr) lagert am Gaumen innerhalb der inneren Zahnreihe; in der Mittellinie des Kopfes ist dasselbe am breitesten, verschmälert sich jederseits nach hinten und bildet rückwärts von den Choanen nur noch einen schmalen, längs der inneren Zahnreihe verlaufenden Streifen.

Diese beiden Drüsenlager, welche durch keine scharfe Grenze, sondern eigentlich blos durch die Vomerzahnreihe von einander geschieden sind, möchten wir der medianen und den seitlichen Gaumendrüsen der Reptilien vergleichen. Die Polster setzen sich aus vielen kleinen Drüsensäckchen zusammen (Fig. 117, sgdr), welche mit grossen hellen Zellen ausgekleidet sind. In der genannten Figur haben wir einen Querschnitt durch das Drüsenband zwischen der Oberkiefer- und der Vomer Zahnreihe (okz und voz) vor uns. Das Secret macht einen zähen, syrupartigen Eindruck; es gerinnt in langen, fadenartig sich ausspinnenden Zügen und dient jedenfalls zum Festhalten der Beute. Holl (5, pag. 35) erwähnt auch beim Salamander Drüsen am Oberkieferrande.

Nach den Angaben Reichel's (6, pag. 27) und den vornehmlich die Art der Innervierung berücksichtigenden Forschungen Gaupp's (3, pag. 458) vertritt die mediane Gaumendrüse der Reptilien die Intermaxillardrüse der Amphibien. Unsere Befunde an Ichthyophis verleihen der Ansicht, dass mit dem Fehlen der Intermaxillardrüse eine mediane Gaumendrüse zur Entwicklung kommt, eine gewisse Stütze.

4. Zungendrüsen, auch von Wiedersheim (8, pag. 73) für Caecilia gracilis (lumbricoides) erwähnt, bedecken die Oberfläche der Zunge und ihre Seitentheile; sie haben denselben Bau wie die eben erwähnten Gaumendrüsen.

5. Drüsen am Unterkiefer und Mundhöhlenboden. Ein gleiches Polster, wie wir es zwischen den Zahnreihen des Oberkiefers und des Vomer beschrieben haben, zieht sich auch hufeisenförmig zwischen den beiden Reihen der Unterkieferzähne hin (Fig. 112, suzdr), und ferner kommt bei zurückgezogener Zunge ein weiteres, innerhalb der zweiten Zahnreihe des Unterkiefers gelegenes Drüsenlager (Fig. 112, muzdr) zum Vorschein, das in seiner Lage mit der medianen Gaumendrüse correspondiert. Wie diese ist es in der Mittellinie des Kopfes am breitesten; es zieht, nach hinten sich verschmälernd, jederseits längs der Zungenbasis hin. Die Drüschen, welche diese Polster zusammensetzen, sind von gleichem Bau wie die Säckchen der Gaumendrüsen. Wir glauben in diesen die Zungenbasis umgebenden Drüsenwülsten ein Homologon der Unterzungendrüse der Reptilien sehen zu können.

Ein Drüsenreichthum, wie ihn die Mundhöhle von Ichthyophis bietet, kommt, nach den vorliegenden Untersuchungen zu schliessen, bei anderen Amphibien nicht vor. Doch hat dies in verwandtschaftlicher Beziehung nicht viel zu sagen, wissen wir doch durch Reichel's (6) Zusammenstellung, dass z. B. bei einander nahe stehenden Reptiliengruppen die Zahl der Mundhöhlendrüsen, welche zur Entwicklung kommen, grossen Schwankungen unterworfen sein kann.

# Literaturverzeichniss.

Zum Abschnitt über die Drüsen der Mundhöhle.


1. **Bonnaterre,** Abbé, Tableau encyclopédique et methodique des trois règnes de la nature, Ophiologie, Paris, 1790.
2. **Born, G.,** Ueber die Nasenhöhlen und den Thränennasengang der Amphibien, Morph. Jahrb., 2, 1876.
3. **Gaupp, E.,** Anatomische Untersuchungen über die Nervenversorgung der Mund- und Nasenhöhlendrüsen der Wirbelthiere, Morph. Jahrb., 14, 1888.
4. **Greeff, R.,** Ueber Siphonops thomensis, Barboza du Bocage. Beitrag zur Kenntniss der Coecilien (Gymnophionen), Sitzungsber. d. Gesellsch. z. Beförd. d. ges. Naturwiss. zu Marburg, März, 1884.
5. **Holl, M.,** Ueber das Epithel in der Mundhöhle von Salamandra maculata, Sitzb. d. kais. Akad. der Wissensch., Wien, 92, III Abth., Juli Heft, Jahrg. 1885.
6. **Reichel, P.,** Beitrag zur Morphologie der Mundhöhlendrüsen der Wirbelthiere, Morph. Jahrb., 8, 1883.
7. **Wiedersheim, R.,** Salamandrina perspicillata und Geotriton fuscus. Versuch einer vergleichenden Anatomie der Salamandrinen, Genua, 1875.
8. **Wiedersheim, R.,** Zur Anatomie der Gymnophionen, Jena, 1879.

# BEMERKUNGEN ÜBER DAS GEFÄSSSYSTEM.

HIERZU TAFEL XXIII, FIGG. 102–109.

Unsere Mittheilungen über das Gefässsystem müssen wir kurz fassen, weil wir uns in Ceylon selber nur wenig mit diesen Fragen beschäftigt haben, und die Verfolgung von Gefässen an conservierten Thieren bekanntlich viele Schwierigkeiten hat. Immerhin scheinen uns unsere Beobachtungen darum nicht unwichtig, weil sie einerseits das Circulationssystem der Caecilien enger an dasjenige der Salamandriden anzuschliessen erlauben, als dies bisher möglich gewesen, andererseits lehren, dass beträchtliche Unterschiede zwischen unserem Ichthyophis und Siphonops annulatus, Mikan, bestehen, welch' letztere Form unseren Vorgängern, Rathke (4), Stannius (5), Wiedersheim (6) und Boas (1, 2) als Untersuchungsobject gedient hatte.

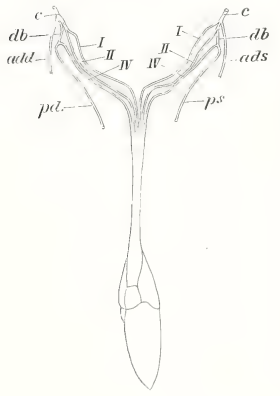
Aus dem Conus arteriosus (Fig. 103, co) entspringt ein starker Truncus (tr), welcher in geradem Laufe gegen den Kopf hinzieht und dann jederseits zwei starke Gefässstämme (II und IV) abgiebt. Die beiden äusseren (IV), welche aus den dorsalen Abtheilungen des Truncus ihre Entstehung nehmen, biegen dann in der Nähe des Kopfes spitzwinklig nach hinten um. Die zurücklaufenden Stämme (pd und ps) stellen die beiden Pulmonalarterien dar; die rechte ist stärker als die linke. An der Umbiegungsstelle geht nach vorne ein Zweig (db) ab, welcher eine Communication mit dem inneren Gefässbogen (II) einleitet; es ist ein Ductus Botalli. Nach der Vereinigung des vorderen Arterienbogens (II) mit dem Ductus Botalli (db) nimmt jederseits eine nach hinten laufende Aorta descendens ihren Ursprung (add und ads); die rechte ist wiederum stärker als die linke. Sie vereinigen sich etwas caudalwärts vom Herzen zu einem einfachen Stamme. (Alle kleinen Seitenzweige der besprochenen Gefässe sind auf unserer Figur weggelassen worden.)

An der Stelle, wo jederseits nach hinten eine Aortenwurzel abgeht, entspringt nach vorne eine Carotis communis (cc), welche sich, nachdem sie an die hinteren Bogen des Kiemenkorbes Aeste abgegeben, in Carotis externa und interna spaltet. Besonders in die Augen fallend ist an ersterer der lange zum Kinn hinführende Zweig, den schon Rathke (4) erwähnt hat.

Im Conus arteriosus finden sich zwei ganz nahe über einander liegende Horizontalkreise von Taschenklappen vor. (In Fig. 104 ist der aufgeschnittene Conus abgebildet.) Jeder Kreis besteht aus drei Taschen; eine Spiralfalte zwischen beiden Kreisen fehlt. Die Angabe von Wiedersheim (6), dass im Conus von Ichthyophis dreimal zwei Klappen über einander stehen, ist nicht richtig.

Vom Truncus ist noch zu bemerken, dass er gegen den Conus hin nur noch durch eine vertikal gestellte Scheidewand in zwei Räume getrennt wird, und dass diese trennende Wand von vorne nach hinten immer mehr sich verdickt und endlich in der Nähe des Conus zu einer mächtigen bindegewebigen Säule (Fig. 102) anschwillt. Auch weiter nach vorne hin, wo der Truncus vier Räume umschliesst, zeigen sich die Scheidewände, namentlich an ihrer Ansatzstelle an der Truncuswand und an den Kreuzungspunkten polsterartig verdickt. Schon bei den Larven fanden wir die vertikale Scheidewand in der Nähe des Conus etwas angeschwollen, so dass sie im Querschnitt die Form einer Spindel aufwies. Aehnliche Verdickungen der Truncussepten beschrieb Boas (1) von Siren, Siredon und weniger ausgebildet von Amblystoma.

Während beim ausgewachsenen Thiere jederseits nur zwei Arterienbogen vorhanden sind, besitzt die wasserbewohnende, durch Lungen athmende Larve deren drei (Fig. 109), von denen der aus der ventralsten Abtheilung des Truncus entspringende erste Bogen (I) nur ein ausserordentlich dünnes Gefäss darstellt. Die Grössenverhältnisse der sechs Stämme werden durch die Querschnitte des Larventruncus (Figg. 106–108) veranschaulicht. Der Schnitt (Fig. 106) gieng gerade durch die Stelle, wo die Gefässe aus dem Truncus austreten; man sieht, dass die beiden ventralsten Stämme (I) weitaus die schwächsten sind. Mit pd und ps sind die beiden rücklaufenden Pulmonalarterien bezeichnet; die rechte (pd) erscheint jetzt schon stärker als die linke (ps). Weiter nach hinten (Fig. 107) gewinnen die sechs Stämme eine etwas andere gegenseitige Lagerung; dann (Fig. 108) vereinigt sich der Bogen I der einen Seite mit II; sehr bald darauf erfolgt diese Verbindung auch in der anderen Hälfte, so dass dann der Truncus nur noch vier Gefässlumina aufweist, die noch weiter gegen das Herz zu wiederum jederseits zu einem einzigen zusammenfliessen.




Im obenstehenden Holzschnitt geben wir ein Bild des Verlaufs der Larvenbogen, wie wir sie nach Präparation und nach Schnittserien glauben auffassen zu können. Die Bezeichnungen sind dieselben wie auf der Tafel. Da uns jedoch an den conservierten Larven die Injectionen misslangen, sind wir über einige Punkte nicht ganz sicher geworden.

Die drei Bogen jeder Seite bestimmen wir als I, II und IV. Einen dritten Bogen besitzen die Larven nicht; doch hat derselbe überhaupt Neigung zu verschwinden, wie er

denn nach Boas (1) bei Salamandra zuweilen, bei Triton immer fehlt. Dieselben drei Bogen (I, II und IV) besitzt, wie Boas (2) angiebt, auch Amphiuma.

Beim ausgewachsenen Thiere kommt auch der erste Bogen, den wir schon bei den Larven so sehr schwach entwickelt gefunden haben, in Wegfall, und der zweite, stark angeschwollene, übernimmt dessen Function. Das Verschwinden des ersten Bogens wird verständlich, wenn man sich vorstellt, dass bei der Larve, wofür auch unsere Beobachtungen sprechen, die Carotis communis jeder Seite erst nach Vereinigung der Bogen I und II ihren Ursprung nimmt, so dass dann nach Eingehen des schwachen Astes I der zweite Bogen ganz die früher getheilte Function erfüllen kann.

Ueber Entwicklungsstadien des Circulationssystems der Blindwühlen findet sich in der Literatur nur eine einzige, von Peters (3) stammende Angabe. Es bezieht sich dieselbe auf eine noch mit den grossen Nackenkiemenblasen versehene Larve von Typhlonectes compressicauda, Dum. und Bibr. Er beschreibt dort eine einfache, nahe vor dem Herzen vom Truncus abgehende Arteria pulmonalis, die sich erst weiterhin in die beiden Lungengefässe theilt, und ferner jederseits eine Kiemenarterie, die in die Nackenblase läuft; die aus der Kieme zurückkehrende Vene tritt dann hinter dem Herzen mit derjenigen der anderen Seite zum Körperstamm der Aorta zusammen. Diese Mittheilungen sind, namentlich was den einfachen Ursprung der Pulmonalarterien betrifft, sehr abweichend von unseren Befunden an der Ichthyophis-Larve, wo wir jederseits drei Bogen nachweisen konnten, und wären, wenn Peters sich wirklich nicht versehen haben sollte, sehr schwer verständlich.

Ziehen wir nun zum Vergleich mit dem erwachsenen Ichthyophis die über das Gefässsystem von Siphonops annulatus vorhandenen Angaben heran, so haben wir zunächst bei dieser letzteren Form im Conus nach Boas (1) nur einen einzigen Horizontalkreis von Taschenklappen, von welchem Boas vermuthet, dass er die vordere der bei den Salamandriden vorhandenen beiden Klappenreihen darstelle, während der hintere Kreis verschwunden sei.

Ferner finden wir an einem Exemplar, das wir selber untersuchten, dass die Verdickung der vertikalen Truncus-Scheidewand, die bei Ichthyophis so sehr auffallend gewesen war, bei Siphonops gänzlich fehlt. Figur 105 giebt einen Schnitt durch den Truncus von Siphonops, genau von derselben Stelle wie der in Figur 102 abgebildete von Ichthyophis. Es würde also allein schon ein Schnitt durch den Truncus genügen, um die beiden Genera zu unterscheiden.

Ueber die vierten Bogen (Pulmonalarterien) von Siphonops berichten Rathke (4), Wiedersheim (6) und Boas (1) übereinstimmend, dass sie ganz nahe vor dem Herzen vom Truncus abgehen, dann nur wenige Millimeter nach vorne ziehen und hierauf sofort scharf nach hinten umbiegen, während wir dieselben bei Ichthyophis dem vorderen Bogen anliegend bis in die Nähe des Kopfes hinziehen sahen.

Nach Boas (1) fehlt ferner bei Siphonops ein Ductus Botalli, welcher die beiden Bogen verbände; an der Umbiegungsstelle der Pulmonalis entspringe vielmehr nur ein der Arteria cutanea des Frosches ähnliches, nach vorne laufendes Gefäss.

Wie bei Ichthyophis sind auch bei Siphonops die rechte Pulmonalarterie (Wiedersheim) und die rechte Aorta descendens (Boas) stärker als ihre Gegenüber.

Der Besitz zweier Klappenkreise im Conus arteriosus, die Existenz eines Ductus Botalli und der ganze Verlauf des vierten Arterienbogens lassen die Verhältnisse bei Ichthyophis entschieden als die primitiveren erscheinen, während Siphonops in allen diesen Punkten sich als eine abgeleitetere Form kundgiebt. Wenn sich die Angabe von Boas (2) bestätigen sollte, dass bei Amphiuma, welches wir für eine neotenische Caecilienlarve zu halten geneigt sind, ein Ductus Botalli wie bei Siphonops fehle, so müsste unserer Meinung nach der Verlust dieses primitiven Merkmals bei beiden Formen unabhängig von einander vor sich gegangen sein.

Wie die Gefässverhältnisse jetzt bei Ichthyophis liegen, lassen sie sich leicht auf die des Salamanders beziehen, wo der dritte Bogen, wie schon erwähnt, ebenfalls fehlen kann; die Reduction ist blos beim ausgewachsenen Ichthyophis noch einen Schritt weiter gegangen, indem auch der erste, bei der Larve noch vorhandene Bogen in Wegfall gekommen ist.

# Literaturverzeichniss.

Zum Abschnitt über das Gefässsystem.


1. **Boas, J. E. V.,** Ueber den Conus arteriosus und die Arterienbogen der Amphibien, Morph. Jahrbuch, 7, 1882.
2. **Boas, J. E. V.,** Beiträge zur Angiologie der Amphibien, Morph. Jahrbuch, 8, 1883.
3. **Peters, W.,** Ueber die Entwickelung der Caecilien, Monatsber. d. königl. Akad. d. Wissenschaften zu Berlin, Juli, 1875.
4. **Rathke, H.,** Bemerkungen über mehrere Körpertheile der Coecilia annulata, Archiv f. Anat., Physiol. etc. (J. Müller), 1852.
5. **Stannius, H.,** Handbuch der Anatomie der Wirbelthiere, Berlin, 1854.
6. **Wiedersheim, R.,** Die Anatomie der Gymnophionen, Jena, 1879.

# KIEMENKORB, ZUNGE, ÄUSSERE KIEMEN, KIEMENSPALTEN.

HIERZU TAFEL XXIII, FIGG. 110 UND 111; TAFEL XXIV, FIGG. 112, 113, 118—122.

In seiner vortrefflichen Schrift über die Kiemenlöcher des jungen Ichthyophis glutinosus (Coecilia hypocyanea) hat Joh. Müller (7) eine ausgezeichnete Schilderung des Kiemenkorbs der Larve und des ausgewachsenen Thieres gegeben. Bei der Larve erwähnt er fünf paarige Zungenbeinknorpel und ein Mittelstück, welches die drei ersten Knorpelbogen in der Mittellinie verbinde.

Wir geben nur desshalb ein neues Bild des Larvenkiemenkorbes (Fig. 111, Taf. XXIII), weil wir einige Kleinigkeiten von Müller's Darstellung abweichend gefunden haben, was sich theilweise davon herschreiben dürfte, dass ihm eine Larve, die wohl schon in der Metamorphose begriffen war, zur Untersuchung vorgelegen hatte. So lässt Joh. Müller das Mittelstück ($co_1$), welches die Zungenbeinbogen (I) verbindet, nicht über das Niveau der Bogen nach vorn vorspringen, während dies thatsächlich in erheblichem Grade der Fall ist, und ebenso nach hinten nicht von der nächsten Copula ($co_2$) abgegrenzt sein. Ferner gehen nach seiner Zeichnung auch die zweiten und dritten Bogen ohne Grenze in die Copula über, während wir stets deutliche Trennungslinien wahrnahmen. Ob die Copula ($co_3$) an der Stelle, wo die zweiten Bogen anhaften, durch eine Querlinie getheilt ist, sind wir nicht ganz sicher. Die Uebereinstimmung des Kiemengerüstes der Ichthyophis-Larve mit demjenigen der Larve von Salamandra ist eine sehr weitgehende.

Beim erwachsenen Ichthyophis beschreibt Joh. Müller die vier ersten Knorpelbogen ganz richtig; es entgieng ihm aber, wie später auch Wiedersheim (13), dass der vierte Bogen jederseits in eine kleine Gabel ausläuft (Fig. 110), deren inneres Zinkchen (V) als Rudiment eines fünften Bogens aufzufassen ist.

Von der Caecilia tentaculata, L., hat Henle (4) dieses fünfte Bogenrudiment gezeichnet; es scheint dasselbe bei dieser Form nach Henle's Bild und Beschreibung (pag. 14) etwas stärker als bei Ichthyophis entwickelt und noch nicht fest mit dem vierten Bogen verschmolzen zu sein. Bei Siphonops annulatus, Mik., dagegen lässt sich nach Fischer (3, pag. 32) ein fünfter Bogen nicht mehr nachweisen; dafür endet hier der vierte Bogen mit einer

ovalen Platte, welche Fischer sich durch Verwachsung mit einem fünften Bogenrudiment entstanden denkt. —

Von der Zunge der Blindwühlen sagt Joh. Müller (6, pag. 219): „Ich finde die Zunge „bei Caecilia glutinosa und hypocyanea“ (beide = Ichthyophis glutinosus) „ganz ange„wachsen, und fast könnte man die Zunge ganz läugnen, nur ganz vorn zeigt sich ein „zweitheiliges Wärzchen“, und Wagler (12) gründete auf diese Eigenschaft seine Ordnung der Hedraeoglossae oder Haftzüngler.

Es ist dies jedoch nicht ganz richtig, indem die Spitze und die Seitenränder der Zunge nicht an der Unterlage festgewachsen sind; es besitzt daher die Zunge immerhin eine, wenn auch beschränkte Beweglichkeit. Figur 113 (Taf. XXIV) zeigt sie in ausgestrecktem, Figur 112 in retrahiertem Zustande.

Hieher gehört eine Notiz von Sentzen in Schneider's (11) 1801 erschienener Historia Amphibiorum (pag. 364), nach welcher die Zunge von Caecilia tentaculata breit, dick, oval, in der Mitte der Länge nach an der Unterseite befestigt und nur an den Seiten beweglich sei. —

Die äusseren Kiemen sind in diesem Werke schon an mehreren Stellen zur Darstellung gelangt; wir wollen hier blos erwähnen, dass auf den Bildern der Tafel XII die in zwei Reihen angeordneten Fiederchen sämmtlich genau gezählt wurden; dieselben sind bald gegenständig, bald alternierend gestellt. Wie man sieht, haben die Kiemen von Ichthyophis die grösste Aehnlichkeit mit denen der Salamanderlarven, welche von Boas (1, pag. 553), und gewiss mit Recht, als die ursprünglichsten Formen äusserer Kiemenbildungen im Kreise der Amphibien angesehen werden, während diejenigen der Perennibranchiaten sich als abgeleitete erweisen. Unter diesen letzteren interessiert uns besonders die Kieme von Menobranchus, da sie uns lehrt, wie man sich die enormen, von Peters (9) entdeckten und von uns nachuntersuchten (pag. 26) Nackenlappen des Typhlonectes Foetus entstanden vorstellen kann. Bei Menobranchus ist nämlich der Stamm der Kiemen zu einem stark zusammengedrückten Blatte geworden, an dessen beiden Seiten die Kiemenfiederchen placiert sind. Denkt man sich nun den Stamm noch mehr verbreitert und die Blättchen ganz fehlend, so erhält man das so räthselhaft aussehende Athemorgan des Typhlonectes.

Die Bilder, die wir von der Entstehungsweise der äusseren Kiemen auf Tafel IV (Figg. 30, 33, 36) gegeben haben, sind, wie uns eine Nachprüfung zeigte, correct. Da sie jedoch alle nur von der Seite gezeichnet sind, geben wir in Figur 118 (Taf. XXIV) noch den Kopf eines Embryos, der ungefähr dem Stadium 36 der vierten Tafel entspricht, bei der Ansicht von unten und in stärker vergrössertem Maassstab wieder, um zu zeigen, wie die Kiemenhöcker ($ak_{1-3}$) auf den Schlundbogen festsitzen, ein Verhältniss, das auf unseren früheren Bildern nicht erkennbar ist. —

Das Kiemenloch der Larven oder das Spiraculum ist, wie wir bereits erwähnt haben (pag. 24), von Joh. Müller (6, 7) entdeckt worden, ein Fund, der von um so grösserer

Tragweite war, als er zuerst unwiderleglich die Zugehörigkeit der Caecilien zu den Amphibien bewies. Nicht ohne Bewunderung erfährt man weiter, wie Joh. Müller (7) bei der Präparation einer einzigen Larve die Existenz zweier Kiemenspalten im Grunde der durch eine Einsenkung der äusseren Haut gebildeten Grube und ebenso richtig die Lagerung derselben zwischen dem dritten und vierten und dem vierten und fünften Knorpelbogen nachwies. Zwischen den Spalten sah er aus der Grube kurze Franzen hervorragen, die ihm an den Kiemenbogen zu sitzen schienen (6); über ihre Bedeutung vermochte er um so weniger zur Sicherheit zu kommen, als er sie an einem zweiten, in Wien untersuchten Exemplare (7) nicht mehr finden konnte.

Wenn man die von einem niedrigen Hautwulst umsäumte Grube, in deren Grund die Kiemenspalten liegen, mit der Lupe betrachtet (Taf. XXIV, Fig. 120), so erkennt man in jeder derselben drei sich dachziegelartig deckende Blättchen ($kp_{1-3}$), zwischen welchen zwei Spalten in den Schlund führen. Während wir nun früher ohne eingehendere anatomische Untersuchung diese Blättchen, von denen das vordere zuweilen sehr klein und kaum bemerkbar ist, für die Enden von Kiemenbogen hielten (pag 23), zeigte uns eine genauere Bearbeitung, dass es nicht sowohl die Bogen selber sind, die hier zu Tage treten, als kleine, dem dritten bis fünften Knorpelbogen ansitzende Hautläppchen. Dieselben entsprechen zweifellos den sogenannten Kiemenplatten der Salamanderlarven, welche früher von Dugès (2, pag. 175) mit dem hübschen Namen „Ailerons“, Flügelchen, bezeichnet worden sind. Ein prachtvolles Bild dieser „Ailerons“ finden wir in Rusconi's (10) Naturgeschichte des Erdsalamanders (Taf. III, Fig. 2). Während sie nun aber beim Salamander unter dem Kiemendeckel verborgen sind, treten sie bei Ichthyophis, wo ein solcher Deckel fehlt, frei zu Tage und gewähren eben dadurch einen so fremdartigen Anblick. Einen Längsschnitt durch das linke Larvenspirakel und die drei mit der äusseren Haut im Grunde der Grube verwachsenen Kiemenplatten giebt Figur 122.

Die Vermuthung, welche Peters (8) im Jahre 1864 aussprach, dass an diesen zwischen den Kiemenspalten vorspringenden Blättchen in früheren Stadien wohl längere (äussere) Kiemen gesessen hätten, wird durch unsere Figur 119 hinfällig. Dieselbe stellt das linksseitige Kiemenloch eines Embryo's im Stadium 5 (Taf. XII) dar, und man erkennt sofort, dass die drei Blättchen ($kp_{1-3}$) von den äusseren Kiemen ($ak_{1-3}$), welche auf unserem Bilde nahe über ihren Ansatzstellen abgeschnitten wurden, gänzlich unabhängig sind.

Wie wir früher schon erwähnten (pag. 22), bildet sich erst in späten Embryonalstadien ein so weit klaffendes Kiemenloch oder Spiraculum aus; die Kiemenspalten selber aber fehlen natürlich auch den jüngeren Embryonen nicht; sie treten aber nicht so frei zu Tage, weil sie im Grunde einer viel engeren Grube liegen, welche durch die stark zwiebelförmig angeschwollenen Wurzeln der äusseren Kiemen dem Blick entzogen wird. An dem Längschnitt (Fig. 121) durch die linksseitigen Kiemenspalten eines Embryo's von der Stufe 3 (Taf. XII) erkennt man auch vor dem quer getroffenen dritten Knorpelbogen (III)

eine kleine Tasche des Schlundes (st) als Rest einer weiteren, nach aussen nicht mehr offenen Kiemenspalte.

Was die Bedeutung der Kiemenplatten anbelangt, so weiss man (Dugès, 2, Boas, 1, pag. 520, Maurer, 5, pag. 206), dass sie Gefässe enthalten (siehe auch Fig. 122, gf) und glaubt daher, dass sie, wenn auch in beschränktem Maasse, an der Athmung Theil nehmen; wir neigen uns darum auch trotz mancher Bedenken zu der Ansicht, dass diese an den Knorpelbogen sitzenden Flügelchen als Rudimente echter innerer Fischkiemen aufzufassen seien.

# Literaturverzeichniss.

Zum Abschnitt über Kiemenkorb, Zunge, äussere Kiemen, Kiemenspalten.


1. **Boas, J. E. V.,** Ueber den Conus arteriosus und die Arterienbogen der Amphibien, Morph. Jahrb., 7, 1882.
2. **Dugès, A.,** Recherches sur l'ostéologie et la myologie des Batraciens à leurs différens ages, Mém. prés. à l'acad. des Sc. Paris (sc. math. et phys.), 6, 1835.
3. **Fischer, J. G.,** Anatomische Abhandlungen über die Perennibranchiaten und Derotremen, Hamburg, 1864.
4. **Henle, D. J.,** Vergleichend-anatomische Beschreibung des Kehlkopfs, Leipzig, 1839.
5. **Maurer, F.,** Die Kiemen und ihre Gefässe bei anuren und urodelen Amphibien etc., Morph. Jahrb., 14, 1888.
6. **Müller, Joh.,** Beiträge zur Anatomie und Naturgeschichte der Amphibien, Zeitschr. für Physiol. (Tiedemann und Treviranus), 4, 1831.
7. **Müller, Joh.,** Ueber die Kiemenlöcher der jungen Coecilia hypocyanea, Arch. f. Anat., Physiol., etc. (J. Müller), 1835.
8. **Peters, W.,** Ueber eine junge Caecilia glutinosa mit Kiemenlöchern aus Malacca, Monatsber. d. königl. Akad. d. Wissensch. zu Berlin, Mai, 1864.
9. **Peters, W.,** Ueber die Entwickelung der Caecilien, Monatsber. der königl. Akad. d. Wissensch. zu Berlin, Juli, 1875.
10. **Rusconi, M.,** Histoire naturelle, développement et métamorphose de la Salamandre terrestre, Pavie, 1854.
11. **Schneider, J. G.,** Historiae Amphibiorum naturalis et literariae fasc. sec., Jena, 1801.
12. **Wagler, J.,** Natürliches System der Amphibien etc., München, Stuttgart und Tübingen, 1830.
13. **Wiedersheim, R.,** Die Anatomie der Gymnophionen, Jena, 1879.

# DIE SPERMATOZOEN.

HIERZU TAFEL XXIV, FIGG. 123 UND 124.

Die einzige Notiz über reife Samenfäden von Caecilien, die wir kennen, stammt von Spengel (2, pag. 27). An den Spermatozoen eines Exemplars von Chthonerpeton indistinctum, Reinh. u. Lütk., (Siphonops indistinctus) vermochte er drei Hauptabschnitte zu unterscheiden: ein mittleres Stück, einen ausserordentlich feinen, eines undulierenden Saumes entbehrenden Schwanz und am Vorderende einen scheinbar durch eine kleine Lücke abgetrennten, zipfelförmigen Anhang, den Spengel einem Wimperhaar vergleicht.

Die Samenfäden von Ichthyophis, die wir in Ceylon frisch untersuchten, zeigen einige von Spengel's Angaben nicht unerhebliche Abweichungen. Erstlich besitzen sie einen sehr deutlichen undulierenden Schwanzsaum, der an den lebhaft sich bewegenden Gebilden leicht zu erkennen ist (Fig. 123, ss); dann lässt sich zwischen dem Kopf (ko) (Spengel's mittlerem Stück) und dem Schwanz ein Verbindungsstück (vs) nachweisen, welches durch je eine dunkle Linie von den Nachbartheilen abgegrenzt erscheint. An jüngeren Spermatozoen (Fig. 124) zeigte sich an der Stelle des Verbindungsstückes ein rundlicher Protoplasmaballen.

Der am meisten lichtbrechende Theil des ganzen Gebildes ist das längliche Kopfstück (ko); in seinem Inneren liess sich gegen das vordere Ende hin eine central gelegene, dunklere Linie erkennen, wohl eine Scheidung von Hülle und Inhalt andeutend.

Nach vorne vom Kopf, durch einen schmalen, hellen Zwischenraum von ihm getrennt, folgt ein wie ein kleiner Zuckerhut aussehendes Gebilde (sp), das wir, an Retzius (1) uns anschliessend, welcher ein diesem in der Lage entsprechendes, wenn auch in der Form etwas abweichendes Stück bei Salamandra als „Spiess" bezeichnete, mit dem gleichen Namen belegen wollen. Bei Chthonerpeton besitzt dieser Theil nach Spengel's Beschreibung und Abbildung eine mehr fadenförmige Gestalt. Die feineren Details im Bau der Spermatozoen haben wir nicht weiter verfolgt.

Am wichtigsten scheint uns, dass durch den Nachweis des undulierenden Schwanzsaumes die Verwandtschaft der Caecilien mit den Urodelen eine weitere Stütze erhält, und dass ferner, wenn sich Spengel's Angabe des Fehlens dieser Membran bei Chthonerpeton am frischen Material bewahrheitet, der Besitz derselben auf's neue Ichthyophis anderen Blindwühlenformen gegenüber eine ursprünglichere Stellung anweist.

# Literaturverzeichniss.

Zum Abschnitt über die Spermatozoen.

1. **Retzius, G.,** Zur Kenntniss der Spermatozoen, Biologische Untersuchungen, 1881.

2. **Spengel, J. W.,** Das Urogenitalsystem der Amphibien, Arbeiten aus dem zool. zoot. Institut Würzburg, 3.

# SCHLUSSBEMERKUNGEN.

Die Gattungen Ichthyophis und Uraeotyphlus stellen unter den Caeciliiden, soweit dieselben bis jetzt anatomisch untersucht sind, die ursprünglichsten Formen dar, und zwar führen folgende Gründe zu dieser Behauptung: Schädelknochen, welche bei anderen Formen mit den umliegenden zu Grossknochen verschmolzen sind, erscheinen bei Ichthyophis und Uraeotyphlus noch als selbstständige Stücke; es sind die Turbinalia, Praemaxillaria, Nasalia, Praefrontalia und Postfrontalia. Der Unterkiefer von Ichthyophis und Uraeotyphlus trägt zwei Zahnreihen, ein auf den ursprünglichen Besitz eines Spleniale hindeutendes Verhältniss. Bei anderen Formen ist die zweite Zahnreihe rudimentär oder ganz verschwunden. Ferner haben wir im Vorhandensein eines Ductus Botalli und zweier Klappenkreise im Conus arteriosus bei Ichthyophis ursprüngliche Verhältnisse gegenüber anderen Caeciliiden, speciell Siphonops, welche den Ductus verloren haben und nur mehr einen einzigen Klappenkreis im Conus aufweisen.

In Folge der Ergebnisse am Schädel und Gefässsystem werden wir dazu gedrängt, auch in einem ferneren Organ ein ursprüngliches Verhältniss zu suchen, nämlich in der Haut. Die in derselben abgelagerten Schuppen sind zweifellos ein altes Erbtheil von den Stegocephalen her und nicht, wie wir früher geglaubt haben, ein neuer Erwerb. Wir waren in erster Linie durch die bei Siphonops herrschenden Verhältnisse in der Schätzung der Hautschuppen irre geführt worden. Siphonops hat keine Schuppen, entbehrt der für Ichthyophis und andere Formen characteristischen, regelmässigen, von der Wirbelsäulengliederung unabhängigen Hautsegmentation, seine Hautringelung entspricht vielmehr der Wirbelzahl; seine Hautdrüsen sind unregelmässig über das Integument zerstreut, sein Unterkiefer hat nur eine einzige Zahnreihe: alles Verhältnisse, wie sie die Salamandriden characterisieren. So wurde Siphonops als die einfachste und demzufolge auch als die ursprünglichste Caeciliidenform von uns aufgefasst, und wir schrieben (siehe Seite 84 dieses Bandes); „Uns scheint es nicht unwahrscheinlich, dass die Schuppe der Caecilien überhaupt eine neue Erwerbung der Blindwühlenfamilie ist und keine phylogenetische Bedeutung besitzt. Abgesehen vom Fehlen der Schuppen bei den niedrigen Amphibienformen (die Ichthyoden

sind gemeint) spricht für eine solche Annahme das sehr späte Erscheinen der Schuppen in der Ontogenie der Caecilien selbst, indem die ersten Spuren von solchen erst ganz am Ende des Larvenlebens aufzutreten beginnen."

Unsere Ansichten über diesen Punkt änderten sich, als wir die in diesem letzten Theile laufenden Bandes niedergelegten Erfahrungen gewannen, und wir begannen einzusehen, dass wir es bei den Aehnlichkeiten im Bau von Siphonops und Salamandra mit Convergenzerscheinungen zu thun hatten. Auch lernten wir unterdessen die vergleichende Untersuchung der Caeciliiden- und Branchiosauridenschuppen von Credner (7) kennen, nach deren Einsicht an der Identität beider Bildungen nicht mehr gezweifelt werden konnte, und so vermochten wir unserem Freunde, Herrn Dr. H. Klaatsch, die Selbstständigkeit in der Aenderung unserer Ansicht über die Schuppen der Caeciliiden zu versichern, als er uns freundlichst mittheilte, dass er dieselben im Gegensatz zu der von uns im ersten Hefte geäusserten Ansicht für ein Stegocephalenerbtheil halte, und demnächst eine grössere vergleichend histologische Untersuchung zur Wegräumung der etwa noch bestehenden Schwierigkeiten der Oeffentlichkeit zu übergeben gedenke.

Dennoch gestatte man uns, zur Aufklärung der Sachlage noch einige Worte beizufügen.

Wenn wir die Schuppen der Caeciliiden als ein Stegocephalenerbtheil ansehen müssen, könnte man in erster Linie daran denken, bei den Ichthyoden nach denselben zu suchen; denn diese werden fast allgemein als die directen Vorfahren der Salamandriden betrachtet, und in Folge dessen könnten wir uns für berechtigt halten, bei diesen Formen überhaupt stegocephale Eigenthümlichkeiten zu erwarten; aber wir werden in dieser Voraussetzung vollkommen getäuscht.

Die Perennibranchiaten und Derotremen haben weder im Bau ihres Schädels, noch in demjenigen ihrer Haut irgend etwas mit den Stegocephalen gemeinsam etwa im Gegensatz zu den Salamandriden, und dies lässt sich offenbar nur dadurch erklären, dass sie nicht, wie meistens irrthümlich angenommen wird, jene ächten Uebergangsformen repräsentieren. Der Bau ihres Schädels, ihrer Extremitäten, ihrer Haut lässt sie keineswegs als das erscheinen, wofür sie gelten, nämlich als Bindeglieder zwischen den Amphibien und Ganoiden. Ihre Kiemenspalten, äusseren Kiemen, Seitenorgane und ihr Ruderschwanz sind, wie uns scheinen will, blos Larvenorgane von palingenetischem Werthe. Reale Uebergangsformen zwischen Ganoiden und Amphibien müssten, ausser dem Besitze von mit Kiemenblättchen besetzten Kiemenbogen und äusseren Kiemen, noch in den Schädelmerkmalen die Mitte zwischen den beiden genannten Gruppen gehalten, in ihrer Haut cycloide Schuppen eingeschlossen und Extremitäten von anderem Baue besessen haben, als er den landbewohnenden Vertebraten zukommt. Von lebenden Formen, welche einem solchen Uebergang eventuell nahe stehen möchten, können nur die Dipnoer in Betracht kommen.

Wir zögern also nicht, es auszusprechen, dass nach unserer Meinung die als Perennibranchiaten und Derotremen den Salamandriden als gesonderte Familien zur Seite gestellten Urodelen nichts weiter sind als persistierende Larvenformen ächter Salamandriden, als Larven geschlechtsreif werdend, gleich dem Axolotl, und dass wir somit bei ihnen unmöglich alle jene Merkmale bis in's einzelne wiederfinden werden, welche die Uebergangsformen zwischen Ganoiden und Amphibien ausgezeichnet haben.

Fassen wir z. B. das derotreme Amphiuma in's Auge. Wir haben schon auf Seite 97 dieses Bandes darauf aufmerksam gemacht, dass ganz die gleiche, auffallende Art der Eiablage und Brutpflege, wie wir sie von Ichthyophis beschrieben haben, auch für Amphiuma durch Hay constatiert worden ist. Dass dieses derotreme Urodel seine Eier auf die Erde ablegt, mithin behufs Brutpflege das Wasser verlässt, dann doch offenbar, bis es einen geeigneten Brutplatz gefunden hat, in der Erde zu wühlen genöthigt ist, hernach lange Zeit, wie Ichthyophis um seine Eier herumgeschlungen in der Luft lebt, dies alles lässt uns vermuthen, dass die nächsten Vorfahren von Amphiuma Landthiere gewesen sind wie die Caeciliiden und secundär wieder dem Wasserleben sich angepasst haben, indem sie als Larven es unterliessen, eine Metamorphose einzugehen.

Cope betont (6, 1886) den Umstand, dass die Amphiumiden von den anderen Urodelen durch den Besitz eines Ethmoids sich unterscheiden, gerade dadurch aber an die Caeciliiden enge sich anschliessen und schreibt: „Die Caeciliiden bilden eine Familie der Urodelen, welche mit den typischen Formen durch die Amphiumiden verbunden ist."

Wie man aus dem oben Gesagten erkennen wird, gehen wir selbst noch einen Schritt weiter, indem wir Amphiuma mit den Caeciliiden vereinigen und diese Form für nichts anderes als eine permanente Larvenform der letzteren halten; auch sind andrerseits die Larven von Ichthyophis in Bau und Aussehen vollkommene Amphiumiden. Der einzige Unterschied besteht in der Anwesenheit rudimentärer Extremitäten bei den Amphiumiden, welche den Caeciliiden und auch schon ihren Larven vollständig verloren gegangen sind. Würde Amphiuma sich verwandeln, so bekämen wir ein in der Erde wühlendes Geschöpf wie Ichthyophis; aber kleine Extremitätenstummel, ähnlich wie unter den Lacertiliern einigen Arten der Gattung Acontias, würden ihm verbleiben und ausserdem ein noch deutlicher Schwanz. Wir könnten dann sagen, dass wir einen Repräsentanten der Caeciliiden etwa aus der Tertiärzeit vor uns hätten. Hautringel und Hautschuppen würden dieser metamorphosierten Form wohl nicht fehlen.

Sehr zu Gunsten unserer Ansicht über die Amphiumiden würde es sprechen, wenn eine ganz kurze Bemerkung von Cope (3, pag. 105) sich bestätigen sollte, welche also lautet: „Es existieren einige Annäherungen an Coecilia seitens der Amphiumiden. Es scheint nicht bemerkt worden zu sein, dass die letzteren winzige Schuppen besitzen." In seiner Amphiumidenarbeit von 1886 (6) hat Cope die 1866 über die Amphiumiden und Caeciliiden geäusserten Bemerkungen wieder abgedruckt, aber den Satz über die Schuppen

der Amphiumiden ausgelassen. Diese Angabe ist also vermuthlich einer Nachprüfung bedürftig und übrigens einer solchen wohl werth.

Amphiuma ist somit, wie wir nun glauben wahrscheinlich gemacht zu haben, eine neotenische Form der Caeciliiden, um Kollmann's (11) zutreffenden Ausdruck anzuwenden, und zwar zeigt es totale Neotenie.

Wenn es uns gelang, Amphiuma als neotenische Form der Caeciliiden zu erkennen, so wird der Verdacht nur um so dringender, dass alle übrigen Derotremen und Perennibranchiaten nichts anderes als in totaler Neotenie befindliche Larvenformen darstellen könnten. Wären z. B. die Perennibranchiaten das, wofür sie zumeist betrachtet werden, nämlich uralte Vorfahrenformen der Salamandriden, welche nach den Ganoiden zu die Brücke bilden, so müsste aus ihrer Entwicklungsgeschichte ein viel klarerer Aufschluss über die Herleitung der Amphibien zu gewinnen sein als aus der Ontogenie der aus ihnen selbst erst secundär entstandenen Salamandriden. Die früheren Stadien, welche bei den Salamandriden enge zusammengeschoben sind, müssten hier viel langsamer und klarer verlaufen, die Ichthyoden müssten sich ontogenetisch zu den Salamandriden verhalten, wie diese zu den Amnioten; um es kurz zu sagen, man sollte erwarten, dass das Ganoidenstadium, welches wir auf Seite 219 constatiert zu haben glauben, in der Entwicklungsgeschichte der Ichthyoden deutlicher als bei den Salamandriden hervortreten müsste.

Dies ist indessen nicht der Fall. Zeller (17) erzielte Larven von Proteus und berichtet nichts über dieselben, was nicht auch auf Salamandridenlarven zu beziehen wäre. Die Entwicklung verlief offenbar vollkommen wie bei Salamandra, sie machte nur im Larvenstadium mit äusseren Kiemen dauernd Halt. Die Ichthyoden sind nur Bilder der phylogenetischen Uebergangsformen, und nach manchen Richtungen hin tragen sie deutliche Merkmale der Degeneration an sich. Der Schädel zeigt Neigung zu secundärer Verknorpelung, ja einzelne wesentliche Theile, wie die Maxille, können verschwinden, die Extremitäten gewinnen einen kraftlosen, rudimentären Charakter und zeigen Neigung zur Reduction der Zehenzahl.

Wiedersheim (16, pag. 360) referiert eine Beobachtung von Cope, derzufolge ein Exemplar von Siren seine äusseren Kiemen verloren und zwei Monate lang ohne Kiemen existiert hatte, wesshalb er es für wahrscheinlich hält, dass Umwandlungsversuche gelingen würden.

Boas (1, pagg. 556, 559; 2, pag. 182) kommt gleich uns zu dem Resultate, dass die Ichthyoden persistierende Larven sind, indem er sich auf seine Erfahrungen am Gefässsystem stützt. Er findet unter anderem, dass Menobranchus und Proteus den vierten Arterienbogen verloren haben, der doch bei ächten Uebergangsformen eine sehr grosse Rolle spielen müsste. Aehnliche Erfahrungen von secundärer Degeneration machte Boas am Conus, Truncus und an den Kiemen der Ichthyoden und weist, wie es auch oben von uns geschah, auf den hie und da zu constatierenden Mangel des Oberkiefers hin. „Niemals fanden wir, schreibt Boas, dass die Verhältnisse bei den Salamandridenlarven, wenn

Unterschiede vorhanden waren, von jenen der Perennibranchiaten abgeleitet werden konnten; immer war es so, dass die ursprünglicheren Verhältnisse deutlich genug sich nicht bei den Perennibranchiaten, sondern bei den Salamandriden fanden.“ Wir fügen hier bei, dass auch die bei Ichthyoden hin und wieder zu constatierende Reduction der Kiemenspalten (z. B. bei Amphiuma) für secundäre Degeneration spricht.

Cope (5, pag. 1226) fand bei Siren, dass zu einer gewissen Zeit der Entwicklung die äusseren Kiemen von der Haut ganz und gar überzogen und auf diese Weise functionslos werden. Hernach treten sie in einem älteren Stadium wieder in Function. Er hält desshalb dafür, dass die Vorfahren von Siren Landbewohner gewesen waren wie die Salamandriden, dass sie aber später wiederum ein Leben im Wasser annahmen und von neuem ihre Kiemen als Athmungsorgane zu benutzen anfingen (vergl. auch ebendaselbst pag. 303).

Die von uns geäusserte Ansicht über die Neotenie der Ichthyoden ist also schon von mehreren Autoren vertreten worden; und bei weiterer Nachforschung in der Literatur würden sich ohne Zweifel noch manche Stimmen zu Gunsten dieser Anschauung finden lassen. Wir wiederholen nur die von andern und uns beigebrachten Argumente, welche in der Hauptsache besagen, dass, wenn die Ichthyoden ächte Uebergangsformen zwischen Ganoiden und Amphibien wären, ihr Schädel, ihre Extremitäten, ihre Haut, ihre äusseren Kiemen, ihre Kiemenspalten und ihr Gefässsystem anders gebaut sein müssten, als sie es thatsächlich sind, und ihre Entwicklungsgeschichte müsste anders verlaufen, als sie in Wirklichkeit vor sich geht.

Als eine Folge des Gesagten erscheint es, wenn wir die bis jetzt als Perennibranchiaten, Derotremen und Salamandriden unterschiedenen Formengruppen unter der Collectivbezeichnung der Salamandroiden und die Amphiumiden und Caeciliiden unter der Collectivbezeichnung der Caeciloiden zusammenfassen. Da durch die Existenz der Amphiumiden die Caeciliiden mit den Salamandroiden auf's engste verbunden sind, subsummieren wir sowohl die Salamandroiden als die Caeciloiden unter den Begriff der Urodelen.

Um es kurz zusammenzufassen, so sehen wir uns also genöthigt, die Perennibranchiaten und Derotremen aus dem Stammbaum der Vertebraten zu eliminieren, und damit ist eine grosse Schwierigkeit aus der Welt geschafft, welche der Einreihung der Stegocephalen in denselben entgegenstand.

Wir stellen uns vor, dass die gemeinsame Ahnenform der Salamandroiden und Caeciloiden im Bau des Schädels die Charaktere der Salamandriden hatte und ausserdem ein freies Turbinale, Postfrontale, Jugale und Lacrimale aufwies, wie letzteres noch Ranodon und Ellipsoglossa besitzen (siehe betreffs dieser Verhältnisse den Abschnitt über den Schädel). Eine Paukenhöhle fehlte. Die Haut war ebenso gebaut, wie die von Ichthyophis, also mit abwechselnden Gürteln von Schuppen und Drüsen. Das Thier war ein ächtes mit Hautschuppen versehenes Salamandrid. Es wird etwa im Eocän zu suchen sein. Weiter abwärts durch die Kreide würden wir dieselbe Form finden; nur würden wir gegen den Beginn der Kreide zu eine Paukenhöhle auftreten sehen; und von einer

solchen rein salamandriden, mit Hautschuppen versehenen Form müssen wir die Anuren abzuleiten versuchen. Zu diesen Letzteren würde eine Vergrösserung der Hinterbeine bei Verkürzung des Schwanzes hinleiten. Die Anuren würden die Paukenhöhle behalten, ihren Schädel und ihr Skelet in der Ausbildung aber sehr verändert haben. Immerhin zeigt der Schädel modern amphibischen Typus, der sich auf den der Urodelen leicht, nicht aber ohne weiteres auf den der Stegocephalen zurückführen lässt; die Verwandtschaft im Schädel der Urodelen und Anuren tritt besonders klar in den enchondrotischen Knochen des Primordialcraniums und im gesammten Suspensorialapparat mit seinen Deckknochen zu Tage. Alle Unterschiede, durch welche der Schädel der Urodelen vor dem der Stegocephalen sich auszeichnet, und welche sich hauptsächlich in dem Mangel mehrerer für die Stegocephalen charakteristischer Deckknochen aussprechen, gelten auch für den Schädel der Anuren. Wir erinnern daran, dass der letztere noch das Turbinale als freien Knochen besitzt, wie die Caeciliiden.

Wir flechten hier, als unseren Gegenstand betreffend, ein, dass bei einem Urodel aus dem Wälderthon, Hylaeobatrachus Croyii, Dollo (8), die hinteren Extremitäten um ein weniges länger sind als die vorderen.

Wenn die Anuren aus Urodelen ihre Entstehung genommen haben, giebt sich dann dieser Vorgang auch in ihrer Entwicklungsgeschichte kund? Wir halten den kleinen Schwanzstummel, welchen die jungen Frösche noch ganz kurze Zeit hinter sich herschleppen, nachdem sie schon sich verwandelt haben und auf das Land gegangen sind, für einen verlöschenden Anklang an ihre Abstammung von urodelen Vorfahren.

Wir schlagen vor, die heutigen Amphibien, die Urodelen und Anuren, als Neobatrachier den Stegocephalen (oder Archaeobatrachiern) gegenüberzustellen. Es fehlen den Neobatrachiern am Schädel die für die Stegocephalen charakteristischen Supraoccipitalia, Epiotica, Squamosa, Supratemporalia, Postorbitalia und das Foramen parietale.

Wir hatten seiner Zeit in Ceylon, 1884, den Satz geschrieben (13; erschien erst 1885): „Was nun endlich die Stellung der Gymnophionen im System anbetrifft, so dürfte sich wohl aus dem eben geschilderten Entwicklungsgange ohne weiteres ergeben, dass sie zu den Urodelen zu rechnen oder ihnen wenigstens ganz nahe zu stellen sind. Wie diese besitzen sie als Embryonen äussere Kiemen, als Embryonen sind sie also im Perennibranchiaten-Stadium, als Larven werden sie derotrem, und endlich als ausgewachsene Landthiere entsprechen sie den Salamandrinen. Ein Schwanzende ist auch beim ausgewachsenen Epicrium deutlich zu sehen. Schon bevor wir die Entwicklung kannten, hatte uns eine Anzahl anatomischer Befunde auf diese Verwandtschaft hingewiesen; wir erwähnen hier blos deren zwei, erstlich den undulierenden Schwanzsaum der Spermatozoen, der seine Analogieen vorwiegend bei Urodelen findet, und ferner die Anwesenheit eines vierten Arterienbogens (Ductus Botalli) im Gefässsystem des ausgewachsenen Thieres. Dieses Verhältniss findet seine nächste Analogie bei Salamandra maculosa.“

Hauptsächlich auf entwicklungsgeschichtliche Ergebnisse gestüzt, war also die Vereinigung der Caeciliiden mit den Urodelen als nothwendig empfunden worden, aber erst spärliche anatomische Gründe konnten dazumal für ein solches Vorgehen beigebracht werden. Wir glauben dieser Verpflichtung mit dem vorliegenden letzten Abschnitte unserer Arbeiten über Ichthyophis, soviel an uns lag, nachgekommen zu sein und möchten folgende Eintheilung der Amphibien als Endergebniss unserer Studien dem Leser unterbreiten:

Classe Amphibia.

1. Unterclasse: Stegocephali oder Archaeobatrachi.
2. Unterclasse: Neobatrachi.
   1. Ordnung: Urodela.
      1. Unterordnung: Salamandroidea (Ichthyoden, Salamandriden).
      2. Unterordnung: Caeciloidea (Amphiumiden, Caeciliiden).
   2. Ordnung: Anura.

Im ersten Hefte dieses Bandes (pag. 29) hatten wir noch nicht, was nunmehr geschehen ist, die Ichthyoden mit den Salamandriden vereinigt gehabt. So bedeutet unsere jetzige Auffassung der Amphibiensystematik nur eine Weiterführung, nicht eine Aenderung der früher von uns Geäusserten.

Cope sprach 1885 die Vermuthung aus, dass die Caeciliiden mit den Urodelen zu vereinigen sein dürften. Die Stelle lautet wörtlich folgendermaassen: „Urodela“. (Anmerkung:) „Probably includes the Gymnophiona“ (4, pag. 244). Argumente fehlen.

Wir haben diesen, wie uns übrigens scheinen will, nicht sehr viel sagenden Satz desshalb wiedergegeben, weil Cope 1886 (6, pag. 443) schrieb: „With these facts in view I have united the Caeciliidae with the Urodela“ und dabei auf die wiedergegebene Anmerkung verweist.

Wenn in dieser etwas einseitigen historischen Darstellung unseres 1885 erschienenen Berichtes (13) keine Erwähnung geschieht, so thut dies der Thatsache keinen Abbruch, dass die enge Verwandtschaft der Caeciliiden mit den salamandriden Urodelen von uns zuerst als Behauptung ausgesprochen wurde, welche auf discutierbare, entwicklungsgeschichtliche und anatomische Argumente sich stützte. Da es sich in Cope's Artikel von 1885 aber nun einmal um eine Vermuthung handelt, auf welche der Autor selber Werth legt, so dürfen wir, um gerecht zu sein, nicht unterlassen, auf einen diesbezüglichen Satz von Wagler vom Jahre 1830 hinzuweisen, welcher also lautet (15, pag. 288, Anmerkung 2): „Dieser Bau des Zungenbeines und der Zunge selbst, die Stellung der Gaumenzähne, die Gestalt der Rückenwirbel und die Art ihres Zusammenhanges unter sich, der nackte Körper u. s. w., erregen in mir die leise Vermuthung, ob nicht gar diese Blindwühlen zu den Fischlingen, und zwar zu denjenigen gehören möchten, welche keine Kiemen haben (— die Derotremen sind gemeint —); allein durchaus unbekannt mit ihrer Fortpflanzungsweise und der frühesten Beschaffenheit ihres Körpers, sehe ich mich ausser Stand, hierüber ein bestimmtes Urtheil auszudrücken.“

Wir freuen uns indessen, constatieren zu können, dass der amerikanische Forscher derselben Ansicht über die Verwandtschaft der Caeciliiden geworden ist, welche wir zu begründen versucht haben; denn in seiner neueren Arbeit von 1886 über die Amphiumiden, welche wir schon mehrere Male zu erwähnen veranlasst waren, sind einige anatomische Argumente zu Gunsten der Anschauung von der Urodelenverwandtschaft der Caeciliiden zusammengestellt, von welchen, wie wir oben schon hervorgehoben haben, als das wichtigste dieses erscheint, dass auch die Amphiumiden ein Ethmoideum von der Ausbildung besitzen, wie es den Caeciliiden zukommt, falls wir überhaupt die nicht ganz klaren Angaben von Cope richtig verstehen; denn nach allgemeiner Annahme fehlt eine enchondrotische Verknöcherung im Ethmoidknorpel auch den Salamandriden und Anuren keineswegs, nämlich das os en ceinture Cuvier's.

Wir halten es für äusserst wahrscheinlich, dass die Neobatrachier aus den Stegocephalen entstanden sind und zwar in der Hauptsache nur durch Reduction der Schädeldeckknochen; denn in der Organisation unseres urodelen Ur-Neobatrachiers und derjenigen beispielsweise eines Branchiosauriden bestand physiologisch eine ausserordentliche Aehnlichkeit; und auch morphologisch erscheint eine Zurückführung nicht mit grossen Schwierigkeiten verknüpft. Dennoch müssen wir noch einige Umstände einer Besprechung unterwerfen, welche nicht allzuleicht genommen werden dürfen.

Es sind hauptsächlich zwei Punkte, auf welche es ankommt. Der erste davon ist der folgende: Wenn die Neobatrachier von Stegocephalen abstammen, so sollte dies doch auch ontogenetisch nachweisbar sein. Wenn wir den Schädel bei der Vergleichung als den zu diesem Zwecke wichtigsten Theil in's Auge fassen, so sind in der Entwicklungsgeschichte desselben bei den Neobatrachiern bis jetzt noch keine Verhältnisse bekannt geworden, welche an Stegocephalen erinnerten. Wie schon hervorgehoben, zeigen die Ichthyoden, welche nach unserer Ansicht neotenische Salamandriden sind, im Schädel völlig salamandriden Bau. Es ist aber dennoch der Schädel der Salamandridenlarven einer speciell auf diese Frage gerichteten, genauen Prüfung werth zu achten. Auch ist es von vornherein wahrscheinlich, dass man palaeontologische Uebergangsformen zwischen Neobatrachiern und Stegocephalen noch finden wird, wenn sie auch bis jetzt noch nicht zum Vorschein gekommen sind.

Der zweite Punkt bereitet bedeutendere Schwierigkeiten und verlangt grosse Sorgfalt in der Behandlung. Wir haben nämlich im Abschnitte über den Schädel von Ichthyophis nachgewiesen, dass verschiedene Theile zum Aufbau des Neobatrachierschädels zusammentreten, welche sich ebenfalls einerseits bei den Amnioten und andererseits bei den Stegocephalen wiederfinden, und welche bis jetzt nicht beachtet worden sind. Die Neobatrachier zeigen in ihrem Schädel amniote Anklänge, und die Amnioten, speciell die Rhynchocephaliden, erinnern in vielem an Neobatrachier. Ausserdem fanden wir bei den Caeciliiden in der Ausbildung des Gehirns und der Sinnesorgane (Jacobson'sches Organ, Tentakelgrube, Labyrinth) und in gewissen Drüsen der Mundhöhle Anklänge an reptilische Verhältnisse, welche alle ledig-

lich als Convergenzerscheinungen aufzufassen, nicht gerade leicht fällt. Wir verweisen, um Wiederholungen zu vermeiden, auf die betreffenden Abschnitte. So könnten wir wohl darauf geführt werden, beide, die Neobatrachier und Amnioten, als Parallelgruppen anzusehen, welche aus einer gemeinsamen Quelle von den Stegocephalen ihre Entstehung genommen haben. Bei dieser hypothetischen Form würde der vordere Schädeltheil den ächten Stegocephalencharakter besessen haben und namentlich durch den Besitz von Turbinalia, Lacrimalia, Praefrontalia, Postfrontalia und Jugalia ausgezeichnet gewesen sein; die hintere Schädelpartie aber würde einige, den Neobatrachiern und Amnioten gemeinsame Reductionen oder Umbildungen aufgewiesen haben. Wir stellen uns vor, dass diese gemeinsame hypothetische Form, dieses anamniote Proreptil, wie wir sie behufs Verständigung bezeichnen könnten, am hinteren Schädeltheile die Supraoccipitalia der Stegocephalen besass und ausserdem die, übrigens auch bei einigen Stegocephalen nachgewiesenen, Occipitalia lateralia. Bei den Neobatrachiern verschmolz möglicherweise das Occipitale laterale mit dem Supraoccipitale jeder Seite zu einem Grossknochen, dem Occipitale laterale der Neobatrachier, bei den Amnioten aber flossen die beiden Supraoccipitalia zu einem unpaaren Supraoccipitale zusammen, eine Annahme, welcher, wie uns dünkt, keine Schwierigkeit im Wege steht, da wir durch Leydig (11, pag. 22) wissen, dass das Supraoccipitale der Lacertilier ein Deckknochen ist, wesshalb es also in seinem morphologischen Werthe den beiden Supraoccipitalia der Stegocephalen gleichgesetzt werden muss.

Immerhin zeigte unser anamniotes Proreptil rein amphibischen Typus und stark stegocephalen Charakter, und physiologisch stand es den Neobatrachiern ganz nahe. Einen ausserordentlichen Fortschritt in der Organisation erzielten aber die Amnioten gegenüber den Amphibien, wie wir denken, dadurch, dass die vergrösserten Rippen in den Dienst der Athmung gezogen wurden. Damit war wohl die Möglichkeit zur Entwicklung grösster Bewegungsfähigkeit auf dem Boden und in der Luft gegeben und auch zur Erwärmung des Blutes. Die Neobatrachier vollziehen ihre verhältnissmässig mühsame und wenig intensive Athmung bekanntlich mit Hilfe ihres Zungenbeines. Dazu kam noch bei den Amnioten ein Fortschritt in der Ausbildung des Gefässsystemes. So war den Amphibien in den Amnioten eine gewaltige Concurrenz erwachsen, und sie wurden um so seltener, je mehr die letzteren das Land zu bevölkern anfiengen. Die Neobatrachier erhielten sich offenbar in kleinen Formen und in geringer Zahl an versteckten Orten, und ausserdem durch ihr giftiges Hautsecret geschützt (L. Döderlein 13, pag. 614) durch die Trias, Jura und Kreide hindurch bis zur Jetztzeit, ohne wesentliche Veränderungen einzugehen, also auch ohne wesentlichen Fortschritt; denn die Bildung der Caeciliiden, welche im Grunde genommen doch nichts anderes sind als wühlende, fusslose Salamandriden, kann nicht als ein solcher gelten. Dagegen hat sich der schmächtige Neobatrachierzweig doch noch einmal, wie es scheint, in der Kreide zu einem besonderen Aufschwunge erhoben, nämlich zu dem, jetzt an der Seite der Amnioten die ganze Erde bevölkernden, fröhlichen Völkchen der Frösche. Aus einem träge hinschleichenden, salamandriden Ge-

schöpfe sind durch Reduction des Schwanzes und Verlängerung der Hintergliedmaassen die beweglichen Anuren hervorgegangen, welche das Wasser, das Land, die Bäume zu bevölkern anfiengen, ja in einer Form sogar die Luft sich dienstbar zu machen suchten.

Immerhin wollen wir hier anzumerken nicht unterlassen, dass die Bewegungsfähigkeit der Anuren keine ausdauernde ist und lange nicht an diejenige der Amnioten hinaufreicht.

Mit der Organisation wurde auch die Entwicklungsgeschichte der Anuren in verhältnissmässig kurzer Zeit caenogenetisch ausserordentlich verändert (cf. O. Hertwig, 9).

Von dem reich gegliederten Schädel der Stegocephalen aus ist der Uebergang abwärts nach den Ganoiden hin zu suchen. Man erlaube uns, bevor wir hier weiter gehen, noch eine kurze Abschweifung.

Wir haben für den Kreis der Echinodermen zeigen oder doch mindestens wahrscheinlich machen können, wie aus ursprünglich ganz kleinen, einzelnen Kalkplättchen, wie sie die Holothurien aufweisen, durch Concrescenz grössere Sammelplatten, sogenannte Grossplatten entstanden, welche im Laufe der Generationen regelmässige Gestalt annahmen und bei jüngeren Formen, sowohl unter den Crinoiden, als Echiniden, sich am schönsten ausgebildet vorfanden. Wenige, aber streng geordnete Grossplatten vertraten im Laufe der Zeit die ursprünglich unregelmässig zerstreuten Primärplättchen. Der Vorgang des Zusammentretens der letzteren zur Bildung einer scharf umrissenen, oft sculpturierten Grossplatte konnte in vielen Fällen ontogenetisch nachgewiesen werden. (Siehe unsere Echinothuridenarbeit im ersten Bande dieses Werkes.)

O. Hertwig legte in seiner geistreichen Schrift über das Zahnsystem der Amphibien dar, wie die Deckknochen des Schädels phylogenetisch dadurch zu Stande kamen, dass die knöchernen Basalplatten der Hautzähne, mit welchen die Selachier bedeckt sind, untereinander verschmelzen, und dass auf diese Weise aus ursprünglich ganz kleinen, unregelmässig zerstreuten Knochenplättchen der Haut grössere, regelmässige Deckknochen am Schädel sich herausbilden.

Dies stellt offenbar einen analogen Fall dar, wie beim Kalkpanzer der Echinodermen. Ursprünglich unregelmässig über die Haut des Kopfes zerstreute Primärplättchen treten zu grösseren, regelmässigen Grossplatten zusammen, welche als Deckknochen das Schädeldach bilden helfen. Wie im allgemeinen die Regelmässigkeit der Platten bei den Echinodermen zunimmt, je jüngere Formen, phylogenetisch gesprochen, wir betrachten, so finden wir es gleicherweise bei den Deckknochen am Schädel der Vertebraten. Es kommen zwar in beiden Gruppen einzelne Fälle vor, welche dem Gesagten widersprechen; doch sind diese nicht höher zu schätzen, als speciell zu erklärende Ausnahmen einer im Ganzen wohlbegründeten Regel.

Die Zahnplatten des Selachierschädels nehmen allmälig bestimmtere Formen in den Deckknochen der Ganoiden und Teleosteer an, und die Schädelmosaik der Stegocephalen vermittelt den Uebergang von den Ganoiden zu den landbewohnenden Vertebraten.

Endlich sei uns noch eine kurze Bemerkung gestattet. Wir haben in den nunmehr abgeschlossenen Arbeiten über die Entwicklungsgeschichte und Anatomie der Caeciliiden das biogenetische Gesetz stets, soweit uns dies möglich war, in Anwendung gebracht, und wir fanden in vielen Fällen unsere Erwartungen nicht nur nicht getäuscht, sondern sogar weit übertroffen. Es ist kein Zweifel, dass in der Entwicklungsgeschichte der Vertebraten die ächte Palingenie eine ausserordentliche Rolle spielt, und das caenogenetische Element im Aufbau des Körpers an Bedeutung weit zurücktritt, in vielen Fällen auch unschwer erkannt werden kann, sodass man sich versucht fühlen könnte, die Bedeutung des biogenetischen Gesetzes zur Erkenntniss längst abgelaufener Vorgänge für den Zoologen ebenso hoch anzuschlagen, wie für den Astronomen die Spektralanalyse. Gleichwohl giebt es Fälle, wo wir die palingenetischen Erscheinungen, welche wir, von Analogie geleitet, unbedingt fordern zu sollen uns berechtigt glauben, vermissen; in Folge dessen wir darauf geführt werden, zu erkennen, dass wir noch am Anfang einer tieferen Einsicht in die biogenetischen Vorgänge und deren Ursachen stehen. Die bis heute gesammelten Kenntnisse erlauben uns in keinem Falle, mit Sicherheit vorauszusagen, ob ein bestimmtes Vorfahrenorgan bei den Nachkommen als palingenetisches Organ wieder erscheinen werde oder nicht, und bei welchen, bei wie vielen, und in welchem Entwicklungstadium derselben es sich wieder zeigen werde. Wir kennen hierin noch keine unabänderliche Regel, noch kein, alle diese Vorgänge beherrschendes, festes Gesetz. Künftige Untersuchungen werden uns hierin sicherere Wege weisen; kühne und tief eindringende Forschung wird das über den geheimnissvollen Erscheinungen des biogenetischen Gesetzes schwebende Dunkel wie Morgenlicht erhellen und jene zur Stunde noch unser Denken schwer drückenden Räthsel einer befreienden Lösung näher und näher bringen.

# Literaturverzeichniss.

Zu den Schlussbemerkungen.


1. **Boas, J. E. V.,** Ueber den Conus arteriosus und die Arterienbogen der Amphibien, Morphol. Jahrb., 7, 1882.
2. **Boas, J. E. V.,** Beiträge zur Angiologie der Amphibien, Morphol. Jahrb., 8, 1883.
3. **Cope, E. D.,** On the structures and distribution of the genera of the arciferous Anura, Journ. Acad. Nat. scienc. Philadelphia, new series, 6, 1866.
4. **Cope, E. D.,** On the evolution of the vertebrata, progressive and retrogressive, Americ., Naturalist, 19, 1885.
5. **Cope, E. D.,** The retrograde metamorphosis of Siren, Americ. Naturalist, 19, 1885, pag. 1226.
6. **Cope, E. D.,** On the structure and affinities of the Amphiumidae, Proc. Americ. Philos. Soc. Philadelphia, 23, 1886.
7. **Credner, H.,** Die Stegocephalen aus dem Rothliegenden des Plauen'schen Grundes bei Dresden, 4 Theil, VI, Discosaurus permianus Cred., Zeitschr. Deutsch. Geolog. Gesellsch., 1883.
8. **Dollo, L.,** Note sur le Batracien de Bernissart, Bull. Mus. Roy. d'hist. natur. Belgique, 3, 1884.
9. **Hertwig, O.,** Ueber das Zahnsystem der Amphibien und seine Bedeutung für die Genese des Skelets der Mundhöhle, Arch. f. mikr. Anat., 11, Supplementheft, 1874.
10. **Kollmann, J.,** Das Ueberwintern von europäischen Frosch- und Tritonlarven, und die Umwandlung des mexikanischen Axolotl, Verh. Naturf. Ges. Basel, 7, 1883.
11. **Leydig, F.,** Die in Deutschland lebenden Arten der Saurier, Tübingen, 1872.
12. **Sarasin, P. & F.,** Ueber die Entwicklungsgeschichte von Epicrium glutinosum, Arb. Zool. Zoot. Inst. Würzburg, 7, 1885.
13. **Steinmann, G.,** und **Döderlein, L.,** Elemente der Palaeontologie, Vertebrata von **L. Döderlein,** Leipzig, 1890.
14. **Wagler, J.,** Natürliches System der Amphibien etc., München, Stuttgart, Tübingen, 1830.
15. **Wiedersheim, R.,** Ueber Neubildung von Kiemen bei Siren lacertina, Morphol. Jahrb., 3, 1877.
16. **Zeller, E.,** Ueber die Fortpflanzung des Proteus anguineus und seine Larve, Jahreshefte d. Vereins f. vaterländ. Naturk. Würtemberg, 45, 1889; und Zool. Anz., 11, 1888, pag. 570.

# NACHTRAG.

Biologisches. Bei der genauen Durchsicht der Literatur sind wir noch auf einige wichtige biologische Angaben gestossen, welche wir erwähnen müssen. Hinsichtlich der Lebensweise der Caecilien besteht die Regel, dass diese Thiere im Boden leben, Gänge wühlen und sich von Regenwürmern, kleinen Grundschlangen, Termiten und dergleichen nähren. Dies ist schon seit Bonnaterre, 1790, bekannt, welcher von Colonisten aus französisch Guiana Erkundigungen eingezogen zu haben scheint. Daneben begegnen wir aber wiederholt der Angabe, dass die Thiere im Wasser lebten. Schon Oppel brachte 1811 die mündliche Mittheilung von Péron, die Caecilien lebten nach Art der Tritonen. Später theilte Peters einen Bericht mit, wonach Typhlonectes compressicauda im Wasser gefangen wurde. Wie wir auf Seite 27 dieses Bandes äusserten, kam uns die vorhandene Erzählung für eine Annahme des Wasserlebens der betreffenden Caecilie nicht zwingend vor. Wir kannten indessen damals die biologischen Bemerkungen J. G. Fischer's nicht, welche 1880 unter dem Titel: „Neue Amphibien und Reptilien" erschienen waren. Nach seinen Angaben ist das Wasserleben einiger Caecilien zweifellos, und zwar handelt es sich hier bis jetzt um folgende drei Arten derselben Gattung: Typhlonectes compressicauda, Dum. Bibr., T. dorsalis, Ptrs., und T. natans, Fischer. Solche Wassercaecilien, wie sie Fischer mit Recht von den anderen unterscheidet, zeichnen sich in der Regel durch ein stark comprimiertes Körperende aus, wodurch beinahe das Aussehen einer Rücken- und Schwanzflosse hervorgerufen werden kann und das Thier dann, wie wir bemerken möchten, im Aussehen an eine Wasserschlange (Platurus, Pelamis) erinnert. Die Caecilien zeigen eben viel grössere Unterschiede in Lebensweise und Bau, als man von vornherein erwarten sollte. Es giebt im Boden und im Wasser lebende, eierlegende und lebendig gebärende, schuppenführende und schuppenlose u. s. w.

Ueber die Fortpflanzungsweise der Caecilien müssen zuweilen von Colonisten den französischen Naturforschern richtige Angaben gemacht worden sein. So finden wir bei Bonnaterre die Angabe, die Caecilien seien vivipar. Sehr interessant ist die von Cuvier in der ersten Auflage des Règne animal (1817) niedergelegte Bemerkung, welche lautet: „Il paraît qu'ils pondent des oeufs à écorce demimembraneuse et réunis en longues chaînes." In späteren Auflagen ist dieser Satz nicht aufgenommen, und es wird gesagt, dass man von der Fortpflanzung der Caecilien nichts wisse. Die erwähnte Bemerkung passt indessen auf die Fortpflanzung von Ichthyophis und giebt vielleicht die von einem Colonisten zufällig gemachte Beobachtung wieder, falls sie nicht einer mündlichen Mittheilung Péron's entstammt.

Wir haben noch darauf aufmerksam zu machen, dass Duméril und Bibron 1841 von der Viviparität einer südamerkanischen Caecilie berichten.

Zu der auf Seite 30 dieses Bandes gegebenen Darstellung der Fortpflanzungsweise von Megalobatrachus maximus, Tschudi, haben wir beizufügen, dass wahrscheinlich merkwürdigerweise der Andrias Scheuchzeri, Tschudi, lebendig gebärend gewesen war; denn in Zittel's Handbuch der Palaeontologie (Palaeozoologie, 3, 2. Lieferung, pag. 419, 1888) steht die Bemerkung: „Im Leibe eines grossen Exemplars der Seyfried'schen Sammlung zu Konstanz liegt eine ca. 14 cm lange Larve mit sehr unvollständig verknöchertem Skelet." Die Möglichkeit, dass jene Larve vom alten Thier verschlungen worden war, ist zunächst nicht ausgeschlossen, sodass weitere Funde abzuwarten sind.

Der auf Seite 169 dieses Bandes sich findende Satz: „Es ist noch nicht hervorgehoben worden, dass die zweite Zahnreihe des Unterkiefers von Ichthyophis dem Spleniale entspricht" ist zu ändern, da, wie wir nachträglich finden, Huxley schon auf diesen Punkt aufmerksam geworden ist. In seinem Artikel: Amphibia in der Encyclopaedia Britannica, 1875, lesen wir (pag. 761): „The second short row of teeth, inside those of the dentary, seems to indicate the existence of a splenial element."

Zu Seite 171 ist ergänzend nachzutragen, dass die Schädel von Hypogeophis rostratus, Cuv., und Geotrypetes Seraphini, A. Dum., durch Peters, 1880, eine kurze Beschreibung erfahren haben. (Sitz. Ber. Ges. naturf. Fr., Berlin).

Systematisches. Endlich sei noch bemerkt, dass die Schreibweise Coecilia für Caecilia erst von Cuvier stammt. Sowohl Seba, als Linné schrieben richtiger Caecilia, das gebräuchliche lateinische Wort für Blindschleiche, und noch heute in der Form von cecilia von den Italiaenern für dieses Thier verwendet. Der Ausdruck Gymnophionen wurde von Joh. Müller aufgebracht (1831) und ist die Uebersetzung der Cuvier'schen Bezeichnung Serpens nus. Die Benennung Apoda (Oppel 1811) hat die Priorität. Ueber unsere eigene Bezeichnungsweise siehe Seite 243 dieses Bandes.

# VERZEICHNISS

## DER ORIGINALLITERATUR UEBER DIE CAECILIIDEN,

abgeschlossen den 31. Januar 1890.

Vorbemerkung. Den in diesem Verzeichniss aufgenommenen Arbeiten wurden in der Regel kurze Inhaltsangaben beigefügt, welche am ausführlichsten da erscheinen, wo einzelne Bemerkungen über die Caeciliiden in den Gang einer Arbeit eingestreut sind; desshalb darf aus der Ausdehnung einer solchen Inhaltsangabe keineswegs von vornherein auf den Werth der Schrift geschlossen werden.

Alle verzeichneten Arbeiten haben wir selber durchgesehen; auf genaue Wiedergabe der Titel wurde sorgfältig geachtet. Die Beschreibung neuer Formen wurde aufgenommen, das Vorkommen schon bekannter Arten an neuen Orten aber nur dann berücksichtigt, wenn die Fundstelle specielles Interesse bot (z. B. für Ichthyophis glutinosus die Insel Nias und das Bergland Darjeeling).

1735. **Seba, A.,** Locupletissimi rerum naturalium thesauri accurata descriptio, tom. 2, Amstelaedami.

pag. 26. Serpens Caecilia ceylonica. Abb. Tab. 25. (= Ichthyophis glutinosus). An der später hin und wieder copierten Abbildung ist der Kopf unkenntlich. Kurze Beschreibung.

1749. **Linné, C.,** Amoenitates academicae seu dissertationes variae physicae, medicae, botanicae antehac seorsim editae, nunc collectae et auctae cum tabulis aeneis, accedit hypothesis nova de febrium intermittentium causa, Lugduni Batavorum.

pag. 489. Petri Sundii, Nic. Fil. Stockholmiensis Surinamensia Grilliana. pag. 498. Caecilia rugis CXXXV. Abb. (= Caecilia tentaculata L.) Aeussere Form. Haut. Kopf. Oberkiefer. Tentakeln. Narinen. Augen. Zähne. Schwanz. pag. 499. Bei der Niederschrift des Satzes: „Et hunc nostrum serpentem a nemine adhuc descriptum legimus, imo ne nominatum quidem" hat sich der Autor (P. Sundius oder Linné selbst?) offenbar nicht mehr an Seba erinnert, welch' letzterem die Benennung Caecilia doch offenbar ursprünglich entlehnt worden war. Ueber einen ähnlichen Fall siehe die Bemerkung bei Spix und Wagler, 1824.

1754. **Linné, C.,** Museum Adolphi Friderici regis etc., Holmiae.

Caecilia rugis 135: tentaculata. Locus America. Abb. Caecilia rugis transversalibus 340, caudalibus 10: glutinosa. Zähne zweireihig in jedem Kiefer. Keine Tentakeln beobachtet. Weissliche Seitenlinie. Schleimig wie Petromyzon. Abb.

1766. **Linné, C.,** Systema naturae per regna tria naturae secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. Editio duodecima, Tomus I, Holmiae.

pag. 393: Caecilia. Rugae trunci caudaeque. Labium superius tentaculis 2. Tentaculata. Literatur. Habitat in America. Glutinosa. Literatur. Habitat in Indiis.

1790. **Bonnaterre,** abbé, Tableau encyclopédique et méthodique des trois règnes de la nature, Ophiologie, Paris.

pag. 72. Schwanz sehr kurz. Viviparität. Folgen des Bisses. Lebt unter der Erde.

1801. **Schneider, J. G.,** Historiae amphibiorum naturalis et literariae fasciculus secundus, Jenae.

pag. 359. Caecilia, den Muraenen verwandt. Schuppen in der Haut eingeschlossen. pag. 364. Zunge. Schuppen. Schädel. Wirbel. Rippen.

1802. **Shaw, G.,** General zoology or systematic natural history, with plates from the first authorities and most select specimens engraved principally by Mr. Heath, vol. III, part. 3. Amphibia. Order Serpentes. London.

Caecilia tentaculata. Beschr. nach Linné. Abb. schlecht. Caecilia glutinosa. Beschr. nach Seba und Linné. pag. 597. Caecilia gracilis, Shaw. Aehnelt einem Regenwurm; = Caecilia tentaculata, Linné, im Mus. Ad. Frid. Länge. Durchmesser. Haut. Kopf. Oberkiefer. Mund. Zähne. Narinen. Tentakeln. After. Augen unsichtbar. Farbe. Hab. Süd-America. Von Linné im Mus. Ad. Frid. als C. tentaculata abgebildet.

1803. **Daudin, F. M.,** Histoire naturelle, générale et particulière des Reptiles, ouvrage faisant suite aux oeuvres de Leclerc de Buffon, et partie du cours complet de l'histoire naturelle rédigé par C. S. Sonnini, tome septième, Paris, an XI.

pag. 411. Cécilie, coecelia. 413. Keine Schuppen. Haut, genauere Schilderung. Hautdrüsen. Erklärung der von Linné beschriebenen Tentakeln für geronnene Schleimstückchen. Lebensweise. Caecilia lumbricoidea, Daudin, ist die Caecilia gracilis, Shaw. Abb. Caecilia albiventris, Daudin, ist = Caecilia tentaculata, L. Abb.

1807. **Duméril, C.,** Mémoires de zoologie et d'anatomie comparée, Paris.

Mémoire sur la division des Reptiles Batraciens en deux familles naturelles.

pag. 45 und 46 Anmerkung. Starke Annäherung der Caeciliiden an die Batrachier.

Considérations sur les rapports de structure qu'on peut observer entre les os et les muscles du tronc chez tous les animaux.

pag. 76, Anmerkung. „Le genre des Cécilies fait le passage évident des batraciens anoures aux serpens &c."

1810. **Oppel, M.,** Bavarois, Mémoire sur la classification des Reptiles, Annales du Musée d'histoire naturelle, tom. 16.

Die Caeciliiden als Apoda unter die Batrachier gestellt.

pag. 260. „Je crois avec Duméril qu'il (le genre Cécilie) appartient plus aux Batraciens qu'aux serpens". „Moi et mon ami M. de Blainville nous avons non seulement trouvé ceux (caractères) qui sont indiqués (par Duméril), mais encore quelques autres qui à ce que je crois, m'autorisent à le classer (le genre) parmi les Batraciens."

1811. **Oppel, M.,** Die Ordnungen, Familien und Gattungen der Reptilien als Prodrom einer Naturgeschichte derselben, München.

Eintheilung der Batrachier in Apoda, Ecaudata und Caudata. „Ovorum exitus atque forma, pullorum totiusque vitae historia admodum obscura, qua de causa nihil certi de hac re statui potest, donec observationes complures peregrinantium lucem et certitudinem magis efficacem reddant." Genus Caecilia, L., Beschreibung. Die Bemerkung: „Ex observationibus cel. Péron cum animalibus vivis, caecilias tritonibus vivendi ratione proximas esse satis constat" bezieht sich wohl auf ein ungedruckt gebliebenes Manuscript Péron's; denn in der Vorrede heisst es: „Ich darf dankbar die Herrn Bosc, Geoffroy St. Hilaire, Leschenault, Péron und Lesueur nennen, die mit einer seltenen Freigebigkeit mir nicht nur die Thiere selbst, sondern sogar ihre kostbaren Manuscripte mittheilten."

1816. **Blainville, H. de,** Prodrome d'une nouvelle distribution systématique du règne animal, Bulletin des sciences, par la société philomatique de Paris.

pag. 111. Pseudophydiens ou Coecilies, mit den anderen Amphibien unter der Collectivbezeichnung Nudipellifères zusammengefasst.

1817. **Cuvier, G.,** Le Règne animal distribuè d'après son organisation, pour servir de base à l'histoire naturelle des animaux et d'introduction à l'anatomie comparée, tom. 2, Paris.

pag. 86. „La troisième et dernière famille des ophidiens, ou les Serpents nus, ne comprend qu'un genre très singulier, et que plusieurs naturalistes croient devoir reporter parmi les batraciens, quoique l'on ignore, s'il est soumis à des metamorphoses. C'est celui des Cécilies (Coecilia, L.)." Augen. Haut. Kopf. After. Rippen. Wirbel. Schädel. Zähne. Herz. Lungen. Hörknöchelchen. „Il paraît qu'ils pondent des oeufs à écorce demimembraneuse et réunis en longues chaînes." Gute Abbildung eines Schädels von Caecilia gracilis, Shaw, Tafel VI, Fig. 1, 2, 3.

1819. **Meckel, F.,** Beiträge zur Geschichte des Respirationssystems der Amphibien, Deutsches Archiv f. Physiologie, herausgeg. von J. F. Meckel, 5.

p. 213. Caecilia rugosa. Lungen. Luftröhre. Caecilia gehört dem Bau der Lungen nach zu den Ophidiern.

1820. **Mikan, J. C.,** Delectus florae et faunae Brasiliensis jussu et auspiciis Francisci I.

Austriae imperatoris investigatae, Vindobonae.

Caecilia annulata, nov. sp. Beschreibung. Sehr schöne Abbildung.

1824. **Van Hasselt,** Quatrième lettre sur les Reptiles de Java, écrite en date de Ceram, 1er fév. 1823, Bull. scienc. natur. et de géol. (de Férussac), 2, Paris, p. 372.

p. 373. Caecilia. Lebensweise. Zunge. Zähne. Augen. Fühler. Schwanz. Schuppen unsichtbar. Haut. Farbe (gelbe Seitenbänder, also Ichthyophis glutinosus).

1824. **Mayer,** Ueber die hintere Extremität der Ophidier, Nov. act. phys.-med. ac. Caes. Leop. Car. nat. cur., 12.

pag. 835 ff. Caecilia gracilis, Shaw, wurde untersucht. Rippen. Hautschienen, mit Schuppen belegt.

1824. **Spix, J. de,** und **Wagler, J.,** Serpentum Brasiliensium species novae, Monachii.

Caecilia annulata. Zahlreich in der Provinz Bahia, mehrere Fuss unter der Erde. Dass Wagler, welcher die von Spix gesammelten „Schlangen" bearbeitete, diese Form für eine neue Species hielt, war ein Versehen, da sie schon von Mikan 1820 unter demselben Namen beschrieben worden war (siehe oben). Abbildung schlechter als bei Mikan. Vergleiche Fitzinger's „Critische Bemerkungen", 1826.

1825. **Gray, J. E.,** A synopsis of the genera of Reptiles and Amphibia, with a description of some new species, The annals of Philosophy, new series, 10, July to December, London.

p. 217. Order 4, Apoda Merrem. Pseudophidia, Blainv., Fam. V, Caeciliadae.

1825. **Latreille,** Familles naturelles du Règne animal, exposées succinctement et dans un ordre analytique, avec l'indication de leurs genres, Paris.

Reptilien, 4 Ordn. Ophidier, 1 Section Idiophides (Serpens propres). p. 102. 2 Section; Batrachophides, Gymnophides, genre Cécilie.

1826. **Fitzinger, L. J.,** Critische Bemerkungen über J. Wagler's Schlangenwerk (Spix und Wagler), Isis, 19.

1826. **Fitzinger, L. J.,** Neue Classification der Reptilien nach ihren natürlichen Verwandtschaften nebst einer Verwandtschaftstafel und einem Verzeichniss der Reptiliensammlung des K. K. Zool. Museums zu Wien, Wien.

pag. 35. Caecilia L. (Coecilia Cuvier). „Diese Zunft steht als herrliches Bindeglied zwischen den sirenenartigen und schlangenartigen Reptilien." Schuppen fehlen, gegen Mayer. Coecilia erduldet nie eine Metamorphose. Coecilioidea. Truncus non depressus: Coecilia; truncus depressus: Ichthyophis. Coecilia bildet den Uebergang durch Ichthyophis zu Amphiuma, Siren und Pseudobranchus. Zu Ichthyophis gehört Linné's Caecilia glutinosa und eine neue Art aus Java.

1827. **Boie, F.,** Bemerkungen über Merrem's Versuch eines Systems der Amphibien, Marburg, 1820, Isis, 20.

pag. 565. Coecilia hypocyana, van Hasselt, als neue Species (= Ichthyophis glutinosus). Verweist auf die Erpétologie de Java, welche von seinem Bruder stamme und den ersten Band der Jahrbücher des Leydener Museums ausmachen werde (vergleiche Seite 509). Ist unseres Wissens nicht erschienen.

1827. **Mayer, A. F. J. C.,** Supplemente zur Lehre vom Kreislaufe, 1. Heft, Bonn, 1827.

pag. 75. Schuppen der Caecilien.

1827. **Schlegel,** Erpetologische Notizen, Isis, 20.

pag. 289. Bestätigt die Schuppen gegen Fitzinger (Neue Classif. d. Rept. 1826). Constatiert aber bei Caecilia annulata (= Siphonops ann.) ihr Fehlen.

1828. **Fitzinger, L. J.,** Erwiederung an Herrn Schlegel, Conservator am Kön. naturhistorischen Museum zu Leyden, und Herrn Dr. Wagler, Professor an der Kön. Universität zu München, in Betreff ihrer Angriffe gegen meine neue Classification der Reptilien, Isis, 21, pag. 3.

Schuppen fehlen.

1828. **Mayer,** Ueber die Schuppen der Caecilien, Isis, 21, pag. 694.

Gegen Fitzinger.

1828. **Wagler, J.,** Ueber die an Coecilia annulata von ihm beobachteten Thränenhöhlen und über die Eckzähne eines Frosches (Hemiphractus Spixii), Isis, 21, p. 735.

Tentakelcanal. Abbildung.

1828. **Wagler, J.,** Auszüge aus seinem Systema Amphibiorum, Isis, 21, p. 740.

p. 743. Epicrium Hasselti (= Ichthyophis glutinosus) Gegen Fitzinger's Gattungsnamen Ichthyophis.

1829. **Cuvier,** Le Règne animal etc., nouvelle édition revue et augmentée, tom. 2, Paris.

Viele Abweichungen von der ersten Auflage. p. 99. Haut. Schuppen. Zungenbein; besteht aus drei Bogenpaaren und könnte glauben machen, dass die Caecilien in ihrer frühen Jugend Kiemen getragen haben. Schädel. Lunge. Leber. Darmcanal. p. 100. Stapes. Coecilia annulata. Lebensweise. Interrupta, Cuvier, rostrata, Cuvier, glutinosa, L.; diese aus Ceylon, von M. Leschenault

mitgebracht, gegen Daudin, welcher sagt, sie sei aus Amerika. C. bivitata, Cuvier. Die Caecilien sind als dritte Familie der Ophidier aufgefasst. Dieselbe Abbildung eines Schädels von Caecilia gracilis, Shaw, wie in der ersten Auflage.

1829—38. **Guérin-Méneville, F. E.,** Iconographie du règne animal de G. Cuvier etc., Tome 3, Reptiles, Paris.

Text nach Cuvier. Abbildung eines offenbar jungen Ichthyophis glutinosus, illuminiert, nat. Gr. Kopf von oben, Schwanzende.

1829. **Hemprich,** Coecilia ophidiorum genus recensuit et illustravit, Verh. Gesellsch. naturf. Fr. Berlin, 1, pag. 284.

p. 288. Schuppen fehlen. Tentakel wohl stets vorhanden. Gegen Daudin's Deutung der Tentakeln. Tentakel wahrscheinlich retractil.

1829. **Mayer,** Fernere Untersuchungen über die hintere Extremität der Ophidier und über die Schuppen der Caecilia, Zeitschr. f. Physiol. herausg. v. Tiedemann und Treviranus, 3.

Grösste Aehnlichkeit der Caecilienschuppen mit denen der Fische.

1830. **Wagler, J.,** Natürliches System der Amphibien mit vorangehender Classification der Säugethiere und Vögel, München, Stuttgart und Tübingen.

pag. 198. Caeciliae, Blindwühlen. Familie I: Hedraeoglossae, Haftzüngler. Genus 1. Siphonops, 2. Caecilia, 3. Epicrium. pag. 287. Schilderung der Form und Anatomie nach früheren Autoren, hauptsächlich Cuvier. pag. 288, Anmerkung 2: Vermuthung, ob die Caecilien zu den „Fischlingen ohne Kiemen" (Derotremen) gehören könnten.

1831. **Gray, J. E.,** A synopsis of the species of the Class Reptilia in **Griffith, E.,** The animal Kingdom arranged in conformity with its organization, by the Baron Cuvier etc., tom. 9, London.

Am Schluss des Bandes: pag. 99 ff. Amphibia mutabilia und A. amphipneusta, ohne Metamorphose. Hier Genus 1 Proteus, 2 Siren, 3 Amphiuma, 4 Caecilia; dieses sollte nach Gray vielleicht nahe zu Amphisbaena gestellt werden.

1831. **Müller, J.,** Kiemenlöcher an einer jungen Coecilia hypocyanea im Museum der Naturgeschichte zu Leyden beobachtet, Isis, pag. 709.

„Es ist also nunmehr ausgemacht, dass die Coecilien, welche so viele anatomische Aehnlichkeit mit den nackten Amphibien haben, wirklich zu diesen gehören und dass sie sich verwandeln. Sie gleichen auch im äusseren Bau den Amphiumen, welche bei einer wurmförmigen Bildung des Körpers ihre Kiemenlöcher durch's ganze Leben behalten, ohne dass die Kiemen bleiben." Die Caecilien bilden eine Ordnung der Amphibia nuda als Gymnophidia seu Coeciliae.

1831. **Müller, J.,** Beiträge zur Anatomie und Naturgeschichte der Amphibien, Zeitsch. f. Physiol. Tiedemann & Treviranus, 4.

pag. 195. Kiemenlöcher der Larve. Innen Franzen. Schwanzflosse. pag. 215. Schädel verschiedener Formen. Abbildungen. pag. 219. Vier Paar Zungenbeinbogen, gegen Cuvier. Zunge. Luftröhre. Lungen. p. 220. Lungen. Leberblätter. p. 221. Herz. Nieren. Abdominalblase. p. 222. Die inneren Kiemen der Larve. p. 275. Herz. Abb.: Ganze Larve von Ichthyophis glutinosus und Kopf derselben Kopf desselben Thieres ausgewachsen. Zungenbein. Leber. Abdominalblase.

1831. **Tiedemann, F.,** Bemerkungen, von Joh. Müller abgedruckt in voriger Arbeit.

pag. 215. Bemerkung über C. lumbricoidea. p. 219. Wirbel von C. lumbricoidea. Zunge. Lungen. p. 220. Darmcanal. Pancreas. Leber. Gallenblase. Vena cava inferior. p. 221. Pancreas. Milz. Herz. Gefässe. Nieren. Ovarium. Eileiter. Muskeln. Abb.: Tafel 18, Figg. 2, 7 und 8 (Haut, Lungen, Eingeweide von C. lumbricoidea).

1833. **Duvernoy, G. L.,** Fragmens d'anatomie sur l'organisation des Serpens, Ann. sc. nat., 30.

pag. 116. Milz. p. 122. Pancreas. Abb.: Situs viscerum von fünf Species und Zunge einer Species. Die Tafelerklärung besagt, dass alle Figuren nach Präparaten Cuvier's gezeichnet sind, welche er für die zweite Auflage des Règne animal angefertigt hatte.

1833. **Fitzinger,** Ueber die Kiemenlöcher der Coecilien, Isis, pag. 380.

Kurze Bemerkung.

1833. **Meckel, J. F.,** System der vergleichenden Anatomie, sechster Theil, Halle.

p. 255. Luftröhre von Caecilia. p. 259. Lunge. p. 262. Gegen J. Müller's Verwerthung der Kiemenlöcher bei der Caecilienlarve als Amphibienmerkmal, da auch die Reptilien, Vögel und Säuger in der Jugend Kiemenspalten aufwiesen.

1834. **Fitzinger,** Ueber ein Exemplar einer Caecilia sp., mit aus dem After hervorragendem Penis, Isis, pag. 695.

1835—46. **Cuvier, G.,** Leçons d'anatomie comparée, recueillies et publiées par M. Duméril. Seconde édition. Tome I, revu par G. Cuvier, 1835, Paris.

p. 217 und 221 Wirbel.

Tome II, revu par F. G. Cuvier et Laurillard, 1837.

p. 556. Schädel.

Tome IV, première partie, revu par G. L. Duvernoy, 1835.

p. 518. Zunge. Hyoid. p. 586. Zunge. — deuxième partie, 1835. p. 316. Darmcanal. p. 481. Gallenblase. Leber. p. 541. Gallengang. p. 557. Gallenblase. p. 603. Pancreas. p. 621. Milz. p. 671. Mesenterium.

Tome VII, revu et entièrement refondu par G. L. Duvernoy, 1840.

p. 31 und 37 ff. Lungen. p. 580. Nieren. p. 602. Abdominalblase.

Tome VIII par G. Cuvier et G. L. Duvernoy, 1846.

p. 296. Ophidio-Batraciens für Caecilien. Begattungsorgan. Hoden. Vas deferens. p. 813. Kehlkopf.

1835. **Dugès, A.,** Recherches sur l'ostéologie et la myologie des Batraciens à leurs différens âges, Mém. prés. à l'acad. sc. Paris, sc. math. & phys., 6.

Siphonops annulatus, Abb. eines Schädels, und Tafelerklärung auf Seite 209; ausserdem kurze Bemerkungen auf den Seiten 21, 23, 159 und 201.

1835. **Mayer, A. F. J. C.,** Analecten für vergleichende Anatomie, Bonn.

p. 50 ff. Caecilia lumbricoidea. Herz. Lungen. Milz. Pankreas. Hoden. Fettkörper. Ovarien. Oviduct. Nieren. Abdominalblase. Penisähnliche Körper. Schuppen. Gegen J. Müller; die Caecilien sind nicht den Amphibien, sondern den Schlangen zuzutheilen.

1835. **Müller, J.,** Ueber die Kiemenlöcher der jungen Caecilia hypocyanea, Archiv für Anatomie, Physiologie und wiss. Medicin, p. 391.

Visceralskelet der Larve und des erwachsenen Thieres von Ichthyophis glutinosus. Abb.: Kopf und Visceralskelet der Larve, Visceralskelet des erwachsenen Thieres. p. 395. „Den Einwurf von Meckel (betreffend die Kiemenspalten) konnte ich von Jedem eher als von dem grössten Anatomen Deutschlands erwarten." p. 396. Gegen Mayer. Rippen. Lungen. Abdominalblase. Harnleiter. Schuppen. Herz. p. 397. Zahnreihen im Unterkiefer bei verschiedenen Arten.

1837—44. **Schlegel, H.,** Abbildungen neuer oder unvollständig bekannter Amphibien, nach der Natur oder dem Leben entworfen, herausgegeben und mit einem erläuternden Texte begleitet, Düsseldorf.

p. 119. Caecilia hypocyanea (pull.). (= Ichthyophis glutinosus). Abb. einer Larve von Ichth. glut. mit Kiemenloch, illuminiert, sehr hübsch. „Die hier mitgetheilte Abbildung dieses Thieres ist nach demselben Exemplar entworfen, an welchem J. Müller die Entdeckung machte, dass bei den jungen Blindwühlen Kiemenlöcher vorhanden sind. Wir haben diese nach dem Leben entworfene Abbildung in den Papieren des unglücklichen van Hasselt gefunden." p. 120. van Hasselt fand die Larve im Flusse Soudimanik auf Java. Kiemenfranzen vermisst. p. 121. Schuppen. Caecilia annulata hat keine, gegen Mayer.

1837. **Stutchbury, S.,** Description of a new species of the genus Chameleon, Trans. Linn. Soc. London, 17.

pag. 362. Caecilia squalostoma, nov. sp., Diagn.

1838. **Bischoff, Th.,** Anatomisch-physiologische Bemerkungen, Arch. f. Anat., Physiol. und wiss. Med., p. 353. Zur Anatomie der Coecilia.

Begattungsorgan als umgestülpte Abdominalblase erklärt. Schuppen fehlen bei Caec. annulata. Zähne Zunge. Darmcanal. Leber. Gallenblase. Milz. Pankreas Ovarien. Oviducte. Nieren. Ureteren. Herz. Luftröhre. Lunge. Die Caecilien gehören zu den Amphibien.

1838. **Tschudi, J. J.,** Classification der Batrachier mit Berücksichtigung der fossilen Thiere dieser Abtheilung der Reptilien, Mém. Soc. d. Scienc. natur. de Neuchâtel, 2.

p. 26 und pag. 90. Stellt die Caecilien zwischen die Anuren und Urodelen wegen ihres Schädelbaues.

1839. **Blainville, de,** Notice historique sur la place assignée aux Cécilies dans la série zoologique, Comptes rendus de l'acad. sc. Paris, 1839; und in Ann. sc. natur. (2), 12, zoologie, pag. 360.

Historisches. Auseinandersetzung mit Duméril. pag. 367 (Ann. sc. nat.) über Oppel.

1839. **Duméril,** Mémoire sur la classification et la structure des Ophiosomes ou Céciloides, famille de reptiles qui participent des Ophidiens et des Batraciens, relativement à la forme et à l'organisation, Comptes rendus de l'acad. sc. Paris, 9; & Ann. sc. nat. (2), 12, zool., pag. 353.

Historisches. p. 585. Céciloides ou Péromèles. p. 587. „Nous avons précédemment prouvé que toute leur organisation est semblable à celle des Batraciens et qu'ils diffèrent absolument des tortues, des lézards et des serpents. C'était le but de ce Mémoire."

1839. **Henle, J.,** Vergleichend-anatomische Beschreibung des Kehlkopfs mit besonderer Berücksichtigung des Kehlkopfs der Reptilien, Leipzig, 1839.

p 9. Kehlkopf und Trachea von Ichthyophis glutinosus und Caecilia tentaculata. Auch p. 8. Abb.: Kehlkopf und Zungenbein von Caecilia tentaculata.

1839. **Mandl, L.,** Note sur les écailles des Cécilies et du Lepidosaurus, Ann. sc. nat., (2), 12, zoologie, 1839.

p. 291. Caecilienschuppen ähneln sehr denen der Fische. Abb.

1841. **Duméril, A. M. C.,** et **Bibron, G.,** Erpétologie générale etc., tome VIII, Paris.

Zusammenfassende Darstellung der Kenntnisse über die Caecilien. Historisches. pg. 259. Premier sous-ordre des Batraciens. Les Péromèles. Famille unique: Les Ophiosomes ou Céciloides. p. 278. Coecilia compressicauda, n. sp. Diagn. p. 280. Coecilia oxyura, n. sp. Diagn. p. 284. Siphonops mexicanus, n. sp. Diagn. p. 288. Rhinatrema, n. g. Diagn. Abb.: Ganzes Thier und Schuppengürtel von Rhinatrema bivittatum, Cuv., (= Ichthyophis glutinosus, cf. Peters, 1879); ferner ganzes Thier, Kopf, Mundhöhle und After von Siphonops annulatus (ganzes Thier schlechter als bei Mikan, 1820); Kopf, Mundhöhle von Coecilia lumbricoidea; Schuppengürtel von Coecilia albiventris; alle Abb. auf Tafel 85 des Atlas. p. 289. „M. Leprieur, pendant son séjour à Cayenne, ayant eu l'occasion de se procurer une Cécilie vivante, qu'il plaça dans un vase rempli d'eau, la vit mettre bas, dans l'espace de quelques jours, cinq à sept petits parfaitement semblables à leur mère. Les Cécilies, malgré leur ressemblance plus grande avec les Batraciens qu'avec les autres Reptiles, seraient donc des espèces ovo-vivipares. La fécondation de leurs germes s'opérerait à l'intérieur du corps; leurs métamorphoses auraient lieu dans l'intérieur du corps de leur mère, comme dans la Salamandre noire des Alpes."

1843. **Fischer, J. G.,** Amphibiorum nudorum neurologiae specimen primum, Berolini.

p. 40. Hirnnerven von Caecilia.

1846. **Stannius, H.,** Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere, Berlin.

Originaluntersuchung von Siphonops annulatus (p. 246, Anm.). p. 130. Wirbel. 135. Rippen. 148. Schädel. 166. Zungenbein. 171. Musculatur. 242. Begattungsorgan. 246. Cloake.

1847. **Cantor, Th.,** Catalogue of Reptiles inhabiting the Malayan Peninsula and islands, Journ. R. Asiat. Soc., 16, Calcutta.

Ichthyophis glutinosus Var.? (= I. monochrous). Zähne.

1849. **Cuvier, G.,** Le règne animal etc., édition accompagnée de planches par une réunion de disciples de Cuvier. Les Reptiles, avec un atlas par **Duvernoy** (Text nach Cuvier).

Taf. 36, ter, Abb.: Siphonops mexicanus, Dum. Bibr. Ganzes Thier, Kopf, Schwanz, Hautringel. Caecilia lumbricoidea, Schädel, wie in den früheren Auflagen des Règne animal. C. albiventris, Zunge, Mundhöhle. C. glutinosa, dito. Diese zwei Figuren nach Duvernoy, Fragmens, Ann. sc. nat., 30, 1833. Schuppen der C. albiventris und mexicana. Situs viscerum von Siph. annulatus.

1849. **Duvernoy,** Cours d'histoire naturelle des corps organisés professé au collège de France, Revue et magasin de zoologie pure et appliquée etc. par **F. E. Guérin-Méneville** et **A. Focillon,** Paris.

p. 185. Caecilien oder Ophidio-Batrachier. p. 186. Begattungsorgan von Siphonops annulatus. 188. Alle Caecilien haben Schuppen.

1850. **Gray, J. E.,** Catalogue of the specimens of Amphibia in the Collection of the British Museum, part. II. Batrachia gradientia etc., London.

p. 56. Pseudophidia. Fam. 1. Coeciliidae.

1851. **Lütken, Chr.,** Siphonops brasiliensis, en ny Art af Ormpaddernes (Caeciliernes) Familie, Videnskabelige Meddelelser fra den naturhistoriske Forening i Kjöbenhavn, p. 52.

1852. **Rathke, H.,** Bemerkungen über mehrere Körpertheile der Coecilia annulata, Arch. f. Anat., Physiol., und wiss. Med.

p. 335. Hautdrüsen. 337. Schuppen fehlen dieser Form. Gehirn. 341. Darmcanal. 343. Cloake. Ausstülpung derselben. 345 ff. Leber. Pankreas. Milz. Trachea. Lungen. Nieren. Harnleiter. Nebennieren, Abdominalblase. 349. Rückziehmuskel der Cloake. Eierstöcke. Fettkörper. Oviducte. Herz. Gefässe. Abb.: Herz, Darmcanal, Cloake, Gehirn.

1853. **Leydig, F.,** Anatomisch-histologische Untersuchungen über Fische und Reptilien, Berlin.

Siphonops annulatus untersucht. p. 63. Thyreoidea und Thymus, 84. Urogenitalsystem, 111. Schuppenlosigkeit.

1856. **Duméril, A.,** Notes pour servir à l'histoire de l'erpétologie de l'Afrique occidentale et en particulier de la côte du Gabon, précédées de considérations générales sur les Reptiles de ces contrées, Revue et Magasin de Zoologie.

Caecilia rostrata, Cuv., lebt nicht in Süd-Amerika, sondern auf den Seychellen und am Gabon.

1856. **Stannius, H.,** Handbuch der Anatomie der Wirbelthiere, 2. Auflage, zweites Buch: Zootomie der Amphibien, Berlin.

p. 17. Wirbelsäule. 18. Ueberrest einer Chorda im Wirbelkörper. 43. Schädel. 98. Musculatur. 178. Darmcanal. 222. Gefässsystem. Untersucht wurde Siph. annulatus. Auf die nicht originalen Angaben ist hiemit nicht hingewiesen.

1857. **Leydig, F.,** Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere, Hamm.

p. 85, 100 Hautdrüsen; 230, 241 Auge; 460 Niere; Abb.; p. 491, 494 Hoden. Alles von Siphonops annulatus.

1858. **Bleeker,** eene verzameling reptiliën en visschen van Sinkawang (Westkust van Borneo), Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch Indië, 16, Batavia, p. 188.

Epicrium monochrous, Blkr. Diagn. Schuppen sehr klein.

1858. **Duméril, A.,** Reptiles et poissons de l'Afrique occidentale. Etude précédée de considérations générales sur leur distribution géographique, Arch. du Muséum d'hist. natur., 10, Paris.

p. 222. Caecilia Seraphini, nov. sp., Diagn.

1859. **Günther, A.,** Second list of cold-blooded Vertebrata collected by Mr. Fraser in the Andes of Western Ecuador, Proc. Zool. Soc. London, part. 27.

p. 417. Coecilia pachynema, Günther. Diagn. Zähne, Körperende.

1861. **Reinhardt, J.,** og **Lütken, Ch.,** Bidrag til Kundskab om Brasiliens Padder og Krybdyr, Vidensk. Meddel. fra den naturh. Foren. i Kjöbenhavn, p. 201.

Siphonops indistinctus, n. sp., Diagn.

1862. **Gegenbaur, C.,** Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelsäule bei Amphibien und Reptilien, Leipzig.

p. 3. Wirbel. C. lumbricoides untersucht. Chorda. Abb.: Längsschnitt durch einen Wirbel.

1863. **Duméril, A.,** Catalogue méthodique de la collection des Batraciens du Muséum d'histoire naturelle de Paris, Mém. Soc. Imp. Scienc. natur. Cherbourg, 9, Paris.

p. 309. Anmerkung: „Le Muséum possède deux jeunes C. oxyures où les fentes (branchiales) sont très apparentes." Abb. auf Taf. I, Fig. 8. p. 314. Caecilia Seraphini, A. Dum., Diagn. p. 316. Caecilia oxyura, Dum. Bibr. „Individus, longs de 0,05 m, portant un trou de chaque côté de la région cervicale", Seychellen. Abb.: Kopf von Caecilia albiventris und Schuppenringe. Kopf von Siphonops annulatus, S. indistinctus, Epicrium glutinosum, und Schuppenring. Kopf und Schuppenring von Rhinatrema bivittatum, ganzes Thier und Kopf von Rhinatrema concolor, n. sp., Schuppenringe von Siphonops mexicanus.

1864. **Fischer, J. G.,** Anatomische Abhandlungen über die Perennibranchiaten und Derotremen, erstes Heft, Hamburg.

p. 32. Zungenbein der Caecilien. 64. ff. Unterkieferfortsatz. Musculatur desselben. 80. Musculatur. 85 ff. Zungenbeinmusculatur. Abb.: Zungenbein von Siphonops.

1864. **Günther, A. C. L. G.,** The Reptiles of British India, London.

p. 441 ff. Ichthyophis glutinosus. Darmcanal. Leber. Gallenblase. Nieren. Ureteren. Oviduct. Abdominalblase. Eier. Begattungsorgan. Fettkörper. Abb.

1864. **Peters, W.,** Eine junge Caecilia glutinosa (Epicrium hypocyaneum) mit Kiemenlöchern aus Malacca, Monatsber. Berl. Akad.

p. 303. Kiemenlöcher. Augen. Schwanzflosse.

1866. **Cope, E. D.,** Fourth contribution to the herpetology of Tropical America, Proc. Acad. Natur. Sc. Philadelphia, p. 123.

p. 129. Siphonops syntremus, n. sp., Diagn. Zähne 132. Caecilia ochrocephala, n. sp., Diagn.

1866. **Cope, E. D.,** On the structure and distribution of the genera of the arciferous Anura, Journ. Acad. natur. sc. Philadelphia, (2), 6.

p. 105. Tentakelgrube der Caeciliiden mit einer ähnlichen Bildung der Amphiumiden verglichen, und ebenso ein Wirbelfortsatz. Wieder abgedruckt mit einigen Auslassungen in Proc. Americ. Philos. Soc. Philad., 23, 1886. Siehe ferner E. D. Cope, The Batrachia of North America, in: Bull. Unit. States Nation. Mus., no 34, Washington, 1889, p. 33, 54, 36, 222.

1866. **Haeckel, E.,** Generelle Morphologie der Organismen, II, Allgemeine Entwickelungsgeschichte der Organismen, Berlin.

p. CXXXI. Dritte Ordnung der Phractamphibien: Peromela. Blindwühlen. „Diese kleine Ordnung . . . . ist wahrscheinlich der letzte überlebende Rest einer vormals reich entwickelten Amphibien-Gruppe, welcher nicht bloss wegen seines Schuppenkleides, sondern auch durch andere Charaktere den Ganocephalen und auch den Fischen viel näher steht, als die Gymnamphibien. Sie hat sich wahrscheinlich von dem Ganocephalen-Aste abgezweigt". Siehe auch den Stammbaum auf Tafel VII.

1868. **Cope, E. D.,** An examination of the Reptilia and Batrachia obtained by the Orton expedition to Equador and the upper Amazon, with notes on other species, Proc. Acad. Nat. sc., Philadelphia.

p. 118. Caecilia pachynema, Guenther. Zähne. Augen vorhanden. „Narial valvules present on the tongue."

1868—69. **Cope, E. D.,** Synopsis of the extinct Batrachia, Reptilia and Aves of North America, Transactions of the American Philosophical Society, Philadelphia, new series, 14, 1871. Cope's Artikel von 1868 u. 69.

p. 5. Gymnophidia. Anmerkung: „When the temporal fossa is overarched, it is by expansion of the maxillary and quadratojugal (Stannius says: Squama temporalis)." Weitere Anmerkung: Zähne von Caecilia gebaut wie diejenigen von Megalosaurus, Carcharias etc.

1868. **Leydig, F.,** Ueber die Schleichenlurche (Coeciliae). Ein Beitrag zur anatomischen Kenntniss der Amphibien, Zeitschr. f. wissensch. Zool., 18.

Integument. Auge. Falsche Nasenöffnungen. Untersucht: Caecilia gracilis und Siphonops annulatus. Abb.: Von Caecilia gracilis (lumbricoidea): Kopf, Schwanz, Haut, Schuppe, Auge, Tentakelgrube; von Siphonops annulatus: Kopf, Haut, Auge, Tentakelgrube. p. 299. „Ich schliesse mich der Ansicht jener Zoologen an, welche sagen, die kleine Ordnung der Caecilien sei wahrscheinlich der letzte überlebende Rest einer vormals reich entwickelten Amphibiengruppe, welche zugleich mit Amphibien der Steinkohlen (Archegosaurus z. B.) aus den Fischen sich abgezweigt haben."

1870. **Beddome, R. H.,** Description of new Reptiles from the Madras Presidency. The Madras monthly Journal of medical science, 2.

p. 176. Cecilia Malabarica, n. sp. Diagn. Epicrium carnosum, n. sp., Diagn.

1871. **Huxley, Th. H.,** A manual of the anatomy of vertebrated animals, London.

p. 178. Schädel von Ichthyophis glutinosus. Labyrinthodontenverwandtschaft.

1872. **Moseley, H. N.,** Some remarks on the habits of some Ceylon animals, and notes on methods for keeping them alive in confinment, Nature, 6, p. 65.

Beobachtung lebender Exemplare von Ichthyophis glutinosus.

1873. **Barboza du Bocage, J. V.,** Mélanges erpétologiques, III, sur quelques Reptiles et Batraciens nouveaux rares ou peu connus d'Afrique occitendale, Jornal de Sciencias mathematicas physicas e naturaes, 4.

p. 224. Siphonops thomensis, n. sp., Diagn.

1874. **Peters, W.,** Ueber neue Amphibien, Monatsb. Berl. Akad., p. 616.

Gymnopis, nov. gen. Caeciliarum. G. multiplicata, n. sp. Diagn. Abb.: Kopf. Tentakel. Siphonops brevirostris, n. sp., Diagn. Abb.: Kopf.

1875. **Guenther, A.,** Third report on collections of Indian Reptiles obtained by the British Museum, Proc. Zool. Soc. London.

p. 577. Gegenes (gen. nov. Coeciliid.). Diagn. G. carnosus = Epicrium carnosum, Bedd. 1870. Diagn.

1875. **Huxley, Th. H.,** Amphibia, in: The Encyclopaedia Britannica, a dictionary of arts, sciences, and general literature, ninth edition, vol. 1, Edinburgh.

p. 761. Epicrium glutinosum. Schädel, Beschreibung und Abbildung. 762. Aehnlichkeit des Schädels mit dem der Labyrinthodonten. 765. Herz und Visceralskelet. Abb. 766. Arterienbogen.

1875. **Peters, W.,** Ueber die Entwickelung der Caecilien, Monatsber. Berl. Akad.

Foetus von Caecilia compressicauda von 157 mm Länge. Thymus. Trachea. Lungen. Darmcanal. Abdominalblase. Leber. Milz. Nieren. Fettkörper. Sexualdrüse. Herz. Situs inversus viscerum. Gefässe. Abb.: Foetus ganz. Kopf. Herz.

1876. **Spengel, J. W.,** Das Urogenitalsystem der Amphibien, Arb. Zool. Inst. Würzburg, 3.

Cap. 1. Die Coecilien. Untersucht wurden (nach Spengel): Siphonops annulatus, mexicanus, indistinctus, thomensis, Coecilia rostrata, lumbricoides, Epicrium glutinosum, Rhinatrema bivittatum, Larve von Siphonops sp.; p. 5 ff. Situs von Niere, Sexualorgan, Fettkörper bei Männchen und Weibchen. Nephrostomen. Nieren verschiedener Formen. p. 10. Junge Entwicklungsstadien. 13 ff. Harnleiter etc. 20. Sexualorgane etc. 34. Begattungsorgane. Viele diesbezügliche Abbildungen.

1877. **Cope, E. D.,** Tenth contribution to the herpetology of Tropical America, Proc. Americ. Philos. Soc. Philadelphia 17, p. 85.

p. 90. Siphonops proximus, n. sp. Diagn. S. simus, n. sp., Diagn. S. oligozonus, n. sp., Diagn. Caecilia isthmica, n. sp. Diagn.

1877. **Peters, W.,** Ueber die von Hrn. Prof. Dr. K. Moebius 1874 auf den Maskarenen und Seychellen, sowie über die von Hrn. Dr. Sachs in Venezuela gesammelten Amphibien, Monatsb. Berl. Akad.

p. 456. Caecilia rostrata, Cuv. Biologisches von Moebius. 459. Caecilia dorsalis, n. sp. Diagn. Längswulst am Hinterrücken. Haftscheibe am After. Abb. ganzes Thier, Kopf, Afterscheibe.

1878. **Albrecht, P.,** Ueber einen Processus odontoides des Atlas bei den urodelen Amphibien, Centralbl. f. die med. Wiss.

p. 578. Bei Siphonops annulatus statt eines Proc. odontoides atlantis (bei Urodelen) eine tiefe Incisur.

1878. **Hasse, C.,** Die fossilen Wirbel. Morphologische Studien. Die Histologie fossiler Reptilwirbel, Morphol. Jahrb., 4, p. 480.

p. 481. Zahnbau der Caecilien.

1879. **Peters, W.,** Ueber die Eintheilung der Caecilien und insbesondere über die Gattungen Rhinatrema und Gymnopis, Monatsb. Berl. Akad.

p. 924. Reptilienverwandtschaft der Caecilien. 930. Lepidocaecilien und Gymnocaecilien. Aufstellung vieler neuer Gattungen. Revision der alten. Ichthyophis glutinosus, Abb.: Kopf, auch der Larve. J. Beddomei, Abb.: Kopf. Gegeneophis. Uraeotyphlus. Caecilia tentaculata. Abb.: Kopf. Tentakel. Lunge. C. isthmica, Cope, = C. tentaculata. C. Güntheri (= C. rostrata, Günther). Hypogeophis. Dermophis mexicanus, Abb.: Kopf. Tentakel. Gymnopis multiplicata, Abb.: Kopf, Tentakel, Schädel. Tafelerklärung. Herpele squalostoma, Abb.: Kopf, Tentakel, Schädel. Chthonerpeton indistinctum, Abb.: Kopf, Tentakel, Schädel. Tafelerklärung. Siphonops annulatus, Abb.: Kopf, Tentakel. Typhlonectes compressicaudus, Lungen. Analöffnung mit Haftscheibe. Abb.: Kopf. Tentakeln.

1879. **Schneider, A.,** Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Wirbelthiere, Berlin.

p. 133. Musculatur der Caecilien. p. 134. Mögliches knorpliges Rudiment einer vorderen Extremität bei Coecilia albiventris. Abb.: Siphonops annulatus, Querschnitt durch die Rumpfmusculatur.

1879. **Wiedersheim,** Ueber den Kopf der Gymnophionen, Zool. Anz., 2

p. 87. Schädel der Genera Siphonops und Caecilia. Schultermuskeln bei Caecilia. Nase. Tentakel. p. 158. Nase. Tentakel. Olfactorius.

1879. **Wiedersheim, R.,** Die Anatomie der Gymnophionen, Jena.

Untersucht wurden nach Wiedersheim: Epicrium glutinosum, Coecilia lumbricoidea, C. rostrata, C. oxyura, Siphonops annulatus und S. indistinctus. Integument. Wirbelsäule. Rippen. Schädel. Zungenbein. Geruchsorgan und Tentakel. Gehörorgan. Gehirn mit Nerven. Musculatur. Darmcanal. Leber. Gallenblase. Pankreas. Milz. Herz. Gefässe. Lungen. Urogenitalsystem. Allgemeines. Viele Abbildungen. p. 95. „Somit glaube ich gezeigt zu haben, dass wir in den Gymnophionen die letzten spärlichen Ueberbleibsel der . . . Mikrosaurier (des Carbon) zu erblicken haben."

1879. **Peters, W.,** Bemerkungen über R. Wiedersheim die Anatomie der Gymnophionen, Sitzb. Ges. naturf. Fr. Berl., p. 150.

Gegen die Stegocephalenverwandtschaft der Caecilien. Schädel von Siphonops annulatus, Epicrium glutinosum, Siphonops indistinctus. Tentakel. Olfactorius.

1880. **Boulenger, G. A.,** Reptiles et Batraciens recueillis par M. Emile de Ville dans les Andes de l'équateur, Bull. Soc. Zool. France, 5.

p. 48. Caecilia pachynema, Günther, Zahnvariationen. = C. isthmica, Cope.

1880. **Fischer, J. G.,** Neue Amphibien und Reptilien, Arch. f. Naturg., 46.

p. 216. Caecilia polyzona, n. sp. Abb.: Kopf, Schwanz. 217. Caecilia natans, n. sp. Biologisches. Abb.: Kopf, Schwanz.

1880. **Peters, W.,** Ueber neue oder weniger bekannte Amphibien des Berliner zoologischen Museums, Monatsb. Berl. Akad.

p. 223. Dermophis brevirostris, Ptrs, = Siphonops thomensis, Bocage.

1880. **Peters, W.,** Ueber Schädel von zwei Caecilien, Hypogeophis rostratus und H. Seraphini, Sitz. Ber. Ges. naturf. Fr. Berlin, p. 53.

Neue Gattung Geotrypetes. G. Seraphini.

1880. **Wiedersheim,** Kleinere Mittheilungen. 2. Ueber den sog. Tentakel der Gymnophionen, Zool. Anz., 3, p. 493.

Abb.

1881. **Blanford, W. T.,** Notes on an apparently undescribed Varanus from Tenasserim and on other Reptilia and Amphibia, Journ. Asiat. Soc. Bengal, 50, part. 2.

p. 243. Ichthyophis glutinosus für Darjeeling nachgewiesen. Das gelbe Seitenband fehlte drei Exemplaren von vieren.

1881. **Peters, W.,** Herpetologische Mittheilungen, Sitz. Ber. Ges. naturf. Fr. Berlin, 1881.

p. 90. Ueber den Bau des Schädels von Uraeotyphlus oxyurus (Dum. Bibr.).

1881. **Retzius, G.,** Das Gehörorgan der Wirbelthiere, I, Stockholm.

p. 182. Das Gehörorgan von Coecilia annulata, Wgl. Abb.

1881. **Wiedersheim, R.,** Die Stammesentwicklung des Jacobson'schen Organes in: Tageblatt der 54. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Salzburg, p. 80.

Jacobson'sches Organ der Caecilien.

1882. **Boas, J. E. V.**, Ueber den Conus arteriosus und die Arterienbogen der Amphibien, Morph. Jahrb., 7.

pag. 509. Siphonops annulatus, Conus arteriosus und Truncus. pag. 551. Arterienbogen. Abb.: Herz, Conus und Aortenwurzel von Siphonops annulatus.

1882. **Boulenger, G. A.**, Catalogue of the Batrachia gradientia s. caudata and Batrachia apoda in the collection of the British Museum, London.

p. 90 ff. Ichthyophis glutinosus, Larve. Zunge. Tentakelgrube. Auge. Kiemen fehlen. Spiracula. Schwanz. After. Abb.: Kopf, Tentakel, Rumpf, Schwanz des erwachsenen Thieres. Ichthyophis Beddomei, Ptrs, = glutinosus. Ichth. monochrous, Bleeker. Abb.: Larve ganz, ausserdem Kopf, Mundhöhle, Schwanz mit Flosse von der Larve. Uraeotyphlus oxyurus, Dum. Bibr., Abb.: Kopf; Ur. malabaricus, Beddome, Abb.: Kopf. Uraeotyphlus africanus, n. sp., Abb.: ganzes Thier, Kopf, Schwanz, Tentakel. Coecilia isthmica, Cope, Abb.: Kopf, Schwanz. C. pachynema, Guenther, Abb.: Kopf, Schwanz. Hypogeophis Güntheri, n. sp. Larve mit Kiemenlöchern. Abb.: erwachsenes Thier und Kopf. Dermophis albiceps, n. sp. Abb.: ganzes Thier und Kopf. Dermophis mexicanus, Dum. Bibr., Abb.: Kopf. Herpele squalostoma, Stutchbury, Abb.: Kopf, Tentakel, Schwanz. Gegenophis carnosus, Beddome, Abb.: ganzes Thier, Kopf, Tentakel. Siphonops annulatus, Mikan, Abb.: Kopf. Typhlonectes natans, Fischer, Abb.: Kopf, Schwanz. Chthonerpeton petersii, n. sp., Abb.: Kopf, Schwanz.

p. 105 ff. Geographische Verbreitung der Caecilien.

1883. **Boas, J. E. V.**, Beiträge zur Angiologie der Amphibien, Morph. Jahrb., 8.

p. 175. Fehlen der Carotidendrüse bei den Caecilien. p. 184. Herz. p. 185. Anm. Atrioventricularklappen.

1883. **Boulenger, G. A.**, Description of a new genus of Coeciliae, Ann. & Mag. nat. hist. (5), 11, p. 48.

Scolecomorphus Kirkii, n. g. n. sp. Diagn. Schuppen fehlen.

1883. **Boulenger, G. A.**, Description of a new genus of Coeciliae, Ann. & Mag. nat. hist., (5), 11, p. 202.

Epicrionops bicolor, n. g. n. sp. Diagn. Hat einige Larvencharactere von Ichthyophis.

1883. **Boulenger, G. A.**, Description of new species of Reptiles and Batrachians in the British Museum, Ann. & Mag., (5), 12.

p. 166. Cryptopsophis multiplicatus, n. g. n. sp. Diagn. Bestimmungstabelle der bekannten Caecilien.

1883. **Credner, H.**, Die Stegocephalen aus dem Rothliegenden des Plauen'schen Grundes bei Dresden, IV. Theil, Discosaurus permianus, Credn., Zeitschr. Deutsch. Geolog. Gesellsch., pag. 294.

p. 297. Vergleichung der Branchiosauriden- und Caecilienschuppen. Abb.

1883—85. **Fritsch, A.**, Fauna der Gaskohle und der Kalksteine der Permformation Böhmens, zwei Bände.

Bd. 1, p. 116, 125 und Bd. 2, p. 59. Abstammung der Caecilien von den Aistopoden. Abb.: Bd. 1, p. 114 und 115, Wirbel von Ichthyophis glutinosus.

1883. **Kollmann, J.**, Das Ueberwintern von europäischen Frosch- und Triton-Larven, und die Umwandlung des mexikanischen Axolotl, Verh. naturf. Gesellsch. Basel, 7.

p. 397. Möglichkeit partieller Neotenie bei Caecilienlarven.

1884. **Boulenger, G. A.**, Descriptions of new species of Reptiles and Batrachians in the British Museum. — Part. II, Ann. & Mag. nat. hist. (5), 13.

p. 398. Caecilia Buckleyi, n. sp. Diagn.

1884. **Greeff, R.**, Ueber Siphonops thomensis Barboza du Bocage. Beitrag zur Kenntniss der Coecilien (Gymnophionen), Sitz. Ber. Gesellsch. z. Beförd. d. ges. Naturw. Marburg. pag. 16 ff.

Biologisches. Tentakel. Integument. Entwicklung. Abb.

1885. **Boulenger, G. A.**, A list of Reptiles and Batrachians from the island of Nias, Ann. & Mag. nat. hist. (5), 16.

p. 389. Ichthyophis glutinosus für Nias nachgewiesen.

1885. **Cope, E. D.**, On the evolution of the Vertebrata, progressive and retrogressive, American Naturalist, 19.

p. 244. „Urodela". (Anmerkung:) „Probably includes the Gymnophiona."

1885. **Cope, E. D.**, Twelfth contribution to the herpetology of Tropical America, Proc. Americ. Philos. Soc. Philadelphia, 22.

pag. 171. Aufzählung der von Central-Amerika und Mexico bekannten Caeciliiden. pag. 184. Dermophis crassus, n. sp., Diagn.

1885. **Sarasin, P.** und **F.**, Ueber die Entwicklungsgeschichte von Epicrium glutinosum, Arb. Zool. Zoot. Inst. Würzburg, 7, p. 292 ff. (vom 1. August 1884).

p. 298. „Was nun endlich die Stellung der Gymnophionen im System betrifft, so dürfte sich wohl aus dem eben geschilderten Entwicklungsgange ohne weiteres ergeben, dass sie zu den Urodelen zu rechnen oder ihnen wenigstens ganz nahe zu stellen sind."

1885. **Sarasin, F.** und **P.**, Notiz über directe Communication des Blutes mit dem umgebenden Medium, Arb. Zool. Zoot. Inst. Würzburg, 8. 1888. (vom 1. Januar 1885).

p. 95. Communicationsröhrchen im Integument von Ichthyophis glutinosus.

1886. **Cope, E. D.**, On the structure and affinities of the Amphiumidae, Proc. Americ. Philos. Soc. Philadelphia, 23.

p. 442 ff. Verwandtschaft der Caeciliiden mit den Amphiumiden, und daher mit den Urodelen.

1886. **Wiedersheim-Waldschmidt**, Ueber das Caeciliengehirn, Tageblatt der 59. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Berlin, p. 196.

1887. **Boulenger, G. A.**, An account of the Batrachians obtained in Burma by M. L. Fea, of the Genova Civic Museum, Annali del Museo Civico (2), 5.

Begattungsorgan von Ichthyophis glutinosus ausgestülpt. Abb.

1887. **Sarasin, P. & F.**, Einige Punkte aus der Entwicklungsgeschichte von Ichthyophis glutinosus, Zool. Anz., 10, p. 194.

Abb. eines Nebenohres, verbessert in diesem Werke Tafel 7, Fig. 25.

1887. **Sarasin, P. & F.**, Ergebnisse naturwissenschaftlicher Forschungen auf Ceylon, dieses Werk, dieser Band, erster und zweiter Theil.

1887. **Sardemann, E.**, Beiträge zur Anatomie der Thränendrüse, Berichte d. naturf. Ges. Freiburg i. Br., 3.

p. 106. Augendrüse der Caecilien.

1887. **Waldschmidt, J.**, Zur Anatomie des Nervensystems der Gymnophionen, Jenaische Zeitschr. f. Naturw., 20.

p. 462 ff. Gehirn und Hirnnerven. Abb.

1888. **Boulenger, G. A.**, Descriptions of new Brazilian Batrachians, Ann & Mag. nat. hist., (6), 1.

p. 189. Siphonops Hardyi, n. sp. Diagn.

1888. **Cope, E. D.**, On the relations of the hyoid and otic elements of the skeleton in the Batrachia, Journ. of Morphology, 2.

p. 299. Stapes, distales Ende des Ceratohyale, und Quadratum von Typhlonectes und Dermophis. Abb.

1889. **Sarasin, P. & F.**, Ueber das Gehörorgan und den Tentakel von Ichthyophis glutinosus, Sitz. Ber. Ges. naturf. Fr. Berlin, p. 137 und 147.

1889. **Sarasin, P. & F.**, Ergebnisse naturwissenschaftlicher Forschungen auf Ceylon, dieses Werk, dieser Band, dritter Theil.

1889. **Sarasin, P. & F.**, 1. Die Sinnesorgane der Caecilien, 2. die Verwandtschaftsbeziehungen der Caecilien, Anatomischer Anzeiger, 4, Ergänzungsheft (Verhandlungen der anatomischen Gesellschaft), pg. 91.

pg. 97. Anmerkung: „Die sich hier erhebende Frage, ob der Besitz von Schuppen und von Hautsegmentation ein ursprüngliches Verhältniss sein könnte, welches den gemeinsamen Vorfahren der Salamandriden und Caeciliiden eigen war und hernach einerseits von den Salamandriden, andrerseits von mehreren Caeciliiden verloren wurde, werden wir in der definitiven Arbeit discutieren." (Siehe die Schlussbemerkungen dieses Bandes).

„Wem wohl das Glück die schönste Palme beut?
Wer freudig thut, sich des Gethanen freut".

Goethe.

# Tafel XV.

## Schädel

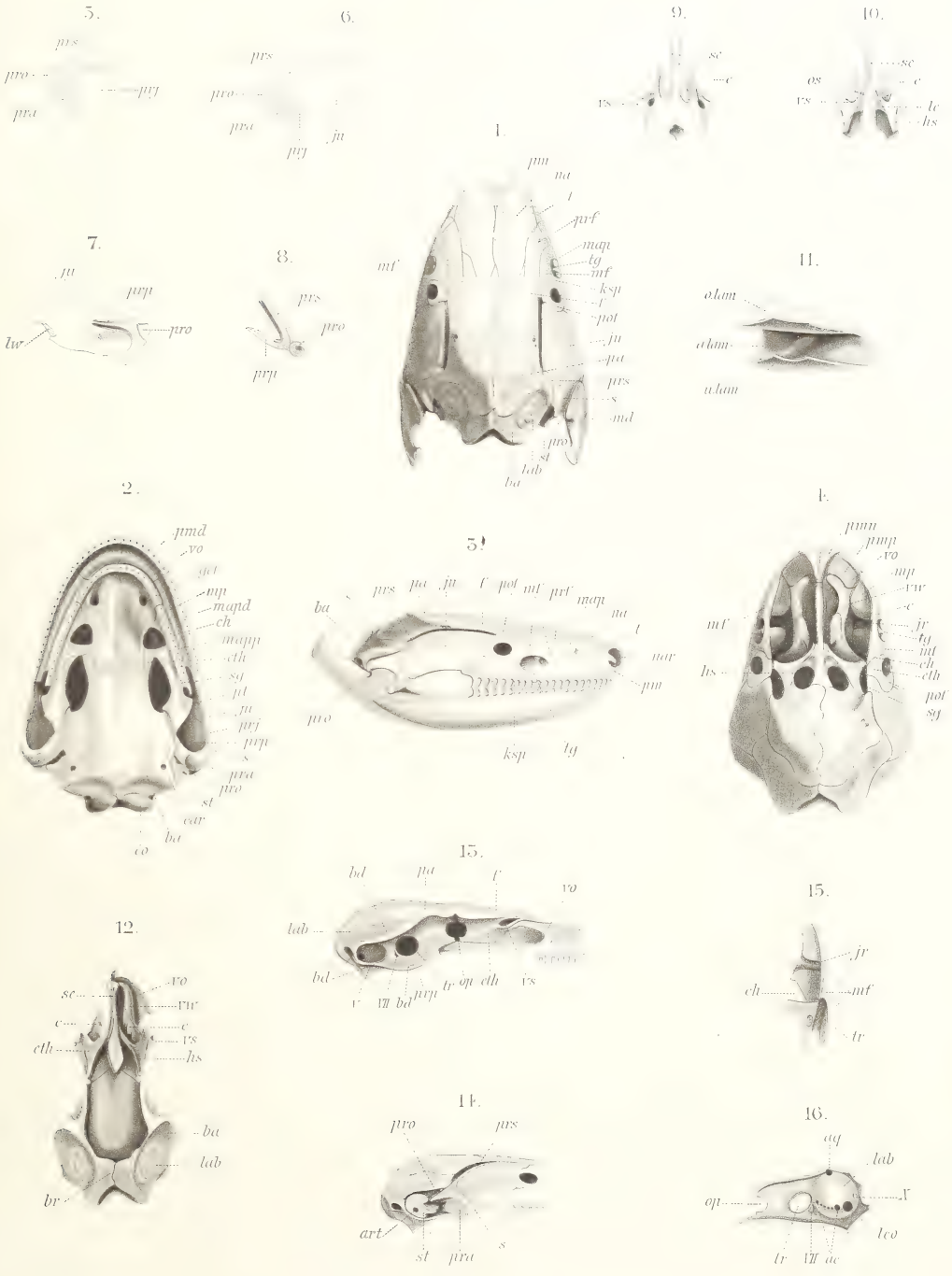
in vier und einhalbmaliger Vergrösserung; nur Fig. 11 ist stärker vergrössert (pag. 153 ff.).

Fig. 1. Der Schädel von oben.
Fig. 2. Der Schädel von unten.
Fig. 3. Der Schädel von der Seite.
Fig. 4. Der Schädel von oben, nach Abhebung der Frontalia, Nasalia und Turbinalia, um die Nasenhöhle zu zeigen.
Fig. 5. Das Suspensorium isoliert.
Fig. 6. Das Suspensorium im Zusammenhange mit dem Jugale, von aussen.
Fig. 7. Ebendasselbe von innen.
Fig. 8. Ebendasselbe, von der oberen Kante aus gesehen.
Fig. 9. Das Ethmoideum von unten.
Fig. 10. Das Ethmoideum von oben.
Fig. 11. Das Turbinale von innen.
Fig. 12. Der Basalknochen, im Zusammenhange mit dem Ethmoideum, und dem Vomer der rechten Seite.
Fig. 13. Der Basalknochen von der Seite, im Zusammenhange mit dem Ethmoideum, Parietale und Frontale.
Fig. 14. Die Articulation des Stapes mit dem Processus oticus des Suspensorium.
Fig. 15. Der Oberkiefer von oben gesehen.
Fig. 16. Der Basalknochen von innen betrachtet.

## Zeichenerklärung,

alphabetisch geordnet.

*ac* Oeffnungen in der Knochencapsel des Vestibulum für die Acusticusäste (pg. 166). *a. lam.* Aeussere Lamelle des Turbinale (pg. 156). *aq* Aquaeductus vestibuli (pg. 166). *art* Arteria perforans stapedia (pg. 209, und Holzschnitt, pg. 164). *ba* Basalknochen (pg. 164). *bd* Bandartige Verbreiterung des Basalknochens (pg. 162). *br* Knochenbrücke des Basalknochens über dem Foramen occipitale mit Längsnaht (pg. 165). *c* Processus conchoides des Ethmoideum (pg. 167). *car* Oeffnung im Basalknochen für die Carotis interna (pg. 165). *ch* Choane. *co* Condylus occipitalis. *eth* Ethmoideum (pg. 166). *f* Frontale. *gef* Gefässöffnung im Vomer (pg. 154, und Holzschnitt, pg. 155). *hs* Hintere Schalen des Ethmoideum (pg. 167, 169). *jr* Rinne für das Jacobson'sche Organ im Oberkiefer (pg. 158). *ju* Jugale (pg. 160). *ksp* Knochenspange des Oberkiefers, die Tentakelgrube überbrückend (pg. 158). *lab* Relief der Bogengänge des knöchernen Labyrinthes am Basalknochen (pg. 165). *lab* in Figur 16 Knochencapsel des Vestibulum. *lc* Lamina cribrosa des Ethmoideum (pg. 167). *lco* Lücke im Knochen, wo die Cochlea dem Basalknochen von aussen anliegt (Schneckenfensterchen, pg. 166). *lw* Gelenkwulst des Jugale (pg. 161, 164). *map* Maxillopalatinum (pg. 158). *mapd* Processus dentalis des Maxillopalatinum (pg. 158). *mapp* Palatintheil des Maxillopalatinum (pg. 158). *md* Mandibel (pg. 169). *mf* Processus frontalis des Maxillopalatinum (pg. 158). *mp* Processus palatinus des Maxillopalatinum (pg. 158). *na* Nasale. *nar* Narine. *o. lam* Obere Lamelle des Turbinale (pg. 156). *op* Opticusfenster (pg. 165). *os* Rinne im Ethmoideum für den oberen Olfactorius (pg. 168). *pa* Parietale. *pm* Praemaxillare (pg. 158). *pmd* Processus dentalis des Praemaxillare (pg. 158). *pmn* Processus nasalis des Praemaxillare (pg. 158, 168). *pmp* Processus palatinus des Praemaxillare (pg. 158, 168). *pof* Postfrontale (pg. 159). *pra* Processus articularis des Suspensorium (pg. 162, 163). *prf* Praefrontale (pg. 159). *prj* Processus jugalis des Suspensorium (pg. 162). *pro* Processus oticus des Suspensorium (pg. 162, 163). *prp* Processus pterygoideus des Suspensorium (pg. 162). *prp* in Figur 13 bedeutet den Theil der bandartigen Verbreiterung des Basalknochens (cf. pg. 162), welchem der Processus pterygoideus des Suspensorium aufruht (pg. 163). *prs* Processus squamosus des Suspensorium (pg. 162). *pt* Pterygoideum (pg. 163). *s* Suspensorium (pg. 161). *se* Septum narium oder Lamina perpendicularis des Ethmoideum (pg. 166). *sg* Schläfengrube (pg. 155). *st* Stapes. *t* Turbinale (pg. 155). *tg* Tentakelgrube im Oberkiefer (pg. 158). *tr* Trigeminusfenster (pg. 165). *tr* in Figur 15 Rinne im Oberkiefer für den Tentakelsack (pg. 158). *u. lam* Untere Lamelle des Turbinale (pg. 156). *v* Vestibulum. *vo* Vomer (pg. 168, 169). *vs* Vordere Schale des Ethmoideum (pg. 167, 169). *vw* Vomerwulst (pg. 169). *VII* Fascialis. *X* Vagus.




Sarasin del.

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

C.W. Kreidels Verlag, Wiesbaden.

# Tafel XVI.

## Nase und Jacobson'sches Organ.

*abln* — Laterale Bucht des Geruchsackes.
*bdr* — Bowman'sche Drüschen.
*ch* — Choane.
*chb* — Choanenschleimbeutel.
*chdr* — Choanendrüse.
*eth* — Ethmoid.
*fr* — Frontale.
*ln* — Geruchsack (Hauptnase).
*ibln* — Mediale Bucht desselben.
*jdr* — Drüse des Jacobson'schen Organs.
*jo* — Jacobson'sches Organ.
*kn* — Knorpel in der Umgebung des Jacobson'schen Organs.
*ma* — Maxille.
*na* — Nasale.
*ndr* — Nasendrüse.
*pfr* — Praefrontale.
*te* — Tentakel.
$th_1$, $th_2$ — Thränenröhrchen.
*vo* — Vomer

Fig. 17. Querschnitt durch Nasenhöhle und Jacobson'sches Organ der rechten Seite, pagg. 175—178.
Maassstab der Vergrösserung: 0,5mm

Fig. 18. Querschnitt durch die rechtsseitige Nasenhöhle im Niveau der Choane, pagg. 175 u. 176; für *chdr* siehe auch pag. 226.
Vergrösserung wie bei Fig. 17.

Fig. 19. Querschnitt durch die beiden Thränenröhrchen innerhalb ihres Maxillarcanales, pagg. 178—179.
Maassstab der Vergrösserung: 0,5 mm

Fig. 20. Ausmündung der Thränenröhrchen an der Oberlippe, am vorderen Rande des sog. „falschen Nasenlochs", pag. 178.
Vergrösserung wie bei Fig. 17.

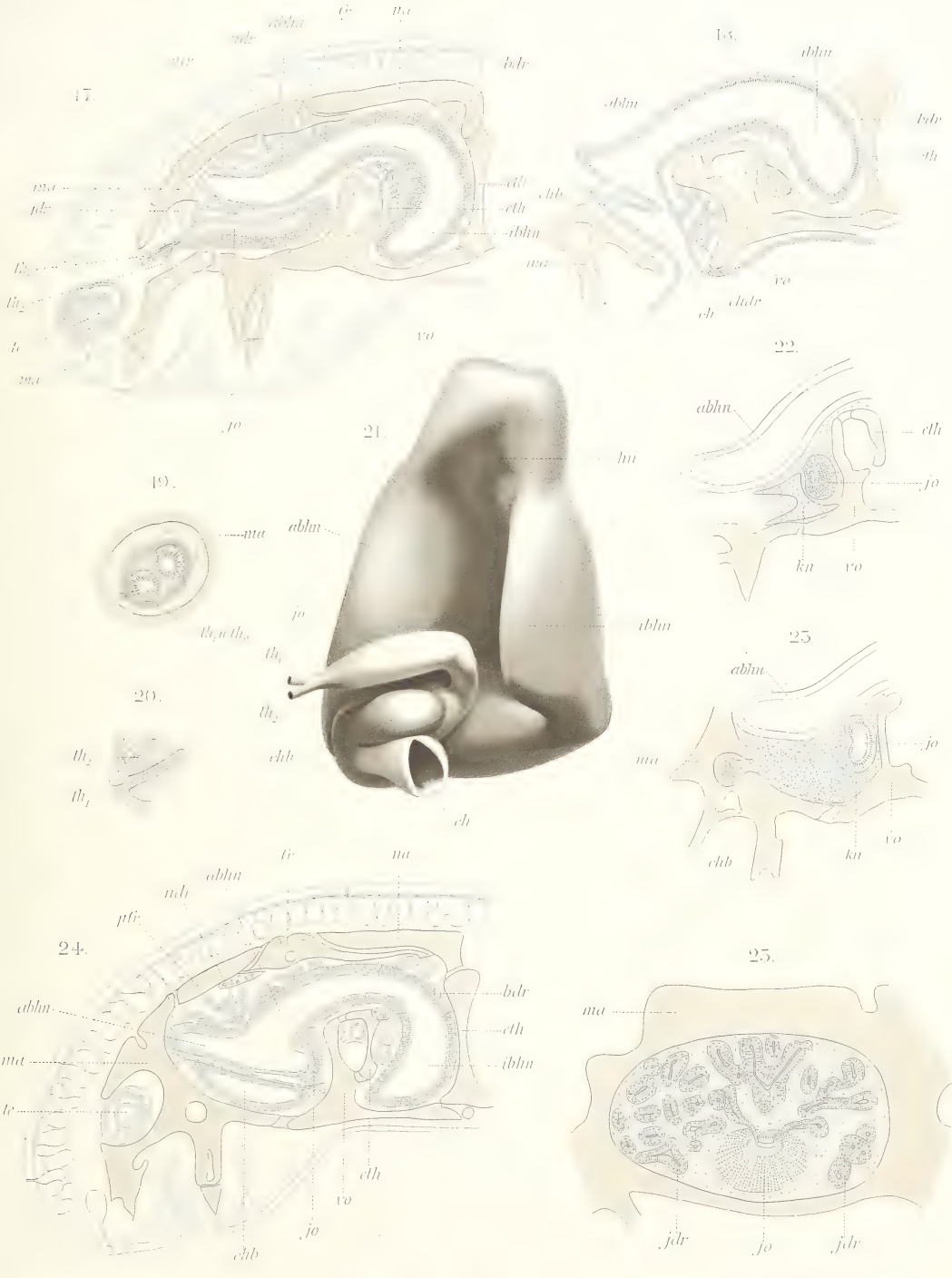
Fig. 21. Modell des rechtsseitigen Geruchsackes und Jacobson'schen Organs nach einer Querschnittserie in etwa 25maliger Vergrösserung angefertigt. Das Modell ist von der ventralen Seite abgebildet, pagg. 175, 176, 178.

Fig. 22. Querschnitt durch den längsverlaufenden Schenkel des Jacobson'schen Organes und seine Knorpelschale, pagg. 177—178.
Vergrösserung wie bei Fig. 17.

Fig. 23. Querschnitt etwas weiter nach hinten durch dieselbe Partie gelegt wie derjenige der Fig. 22, pagg. 177—178.
Vergrösserung wie bei Fig. 17.

Fig. 24. Querschnitt durch die Einmündungsstelle des rechtsseitigen Jacobson'schen Organs in die Nasenhöhle, pagg. 175—177.
Vergrösserung wie bei Fig. 17.

Fig. 25. Durchschnitt durch den von einer Bucht des Oberkieferknochens umschlossenen quer stehenden Schenkel des Jacobson'schen Organs, pag. 178.
Vergrösserung wie bei Fig. 19.


17.
18.
19.
20.
21.
22.
23.
24.
25.
fr
ma
abhn
bdr
cth
chb
ibhn
vo
jo
kn
hu
ch
ma
ma
ma

# Tafel XVII.

## Entwicklung der Nase, des Jacobson'schen Organs und des Thränennasenganges.

*abhn* — Laterale Bucht des Geruchsackes.
*ch* — Choane.
*chb* — Choanenschleimbeutel.
*hn* — Geruchsack (Hauptnase).
*jdr* — Drüse des Jacobson'schen Organs.
*jo* — Jacobson'sches Organ.
*kn* — Knorpel in der Umgebung des Jacobson'schen Organs.
*n* — Narine.
*ndr* — Nasendrüse.
*th* — Thränennasengang oder Anlage desselben.
$th_1$, $th_2$ — Anlage der Thränenröhrchen.

Fig. 26. Querschnitt durch das rechtsseitige Geruchsorgan eines reifen Embryo's, pag. 182.
Maassstab der Vergrösserung: 0,5 mm

Fig. 28. Querschnitt durch ebendasselbe unweit vor der Choane, pag. 182.
Vergrösserung wie bei Fig. 26.

Fig. 27. Längsschnitt durch den Kopf eines ausgewachsenen Ichthyophis, durch Choane und Nasenloch der rechten Seite gelegt, pagg. 176—177.
Vergrösserung sehr schwach.

Fig. 31. Modell des rechtsseitigen Geruchsackes und Jacobson'schen Organes einer Ichthyophislarve, in gleichem Maassstab angefertigt und abgebildet wie das Modell der Nase des ausgewachsenen Thieres (Fig. 21) und ebenfalls von der ventralen Seite dargestellt, pag. 183.

Figg. 29, 30, 32, 33. Querschnitte durch das rechtsseitige Geruchsorgan einer Larve, pag. 183.
Vergrösserung wie bei Fig. 26.

Fig. 34. Querschnitt durch das Geruchsorgan einer Larve in der Metamorphose, pag. 184.
Vergrösserung wie bei Fig. 26.

Figg. 35, 36, 37. Querschnitte durch das rechtsseitige Geruchsorgan eines Embryo's im Stadium der Fig. 38 (Taf. IV), pagg. 181—182.
Vergrösserung wie bei Fig. 26.

Figg. 38, 39. Querschnitte durch das Geruchsorgan eines nur wenig älteren Embryos, pag. 182.
Vergrösserung wie bei Fig. 26.

Figg. 40, 41, 42, 43, 44, 45. Anlage des Thränennasengangs und der beiden Thränenröhrchen, pagg. 189—191.
Maassstab der Vergrösserung: 0,5 mm

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

C.W. Kreidels Verlag, Wiesbaden.

# Tafel XVIII.

## Der Tentakel.

*aep* — Epithel der Kopfhaut.
*ah* — Durchschnitt der Kopfhaut.
*bds* — Bindegewebige Hülle des Tentakelsackes.
*cep* — Epithel des Tentakelsackes.
*chb* — Choanenschleimbeutel.
*cm* — Compressoren der Harder'schen Drüse.
*fah* — Falte der Kopfhaut, welche mit der Tentakelfalte verwachsen eine schützende Hülle um den ausgestossenen Stöpsel bildet.
*gf* — Gefässe.
*gz* — Ganglienzellen.
*hdg* — Einmündungsstellen der Harder'schen Drüse in den Tentakelsack.
*hdr* — Schläuche der Harder'schen Drüse.
*hn* — Geruchsack.
*ma* — Maxille.
*mr* — Retractor-Muskel des Tentakels.
*n* — Nerv.
*ptf* — Postfrontale.
*st* — Stöpsel.
*sz* — Drüsenzellen aus dem Epithel der Tentakelfalte.
*tc* — Lumen des Tentakelsackes.
*tf* — Tentakelfalte.
*tfs* — Verdicktes Endstück (Säule) der Tentakelfalte, die sich nach aussen in den freien Stöpsel fortsetzt.
$th_1$, $th_2$ — Thränenröhrchen.

Fig. 51. Modell des geöffneten rechtsseitigen Tentakelsackes und der in sein Lumen vorspringenden Tentakelfalte, welche sich in den aus der Oeffnung an der Oberlippe vortretenden Stöpsel fortsetzt. Das Modell ist nach einer Querschnittserie durch einen ausgestreckten Tentakel bei nicht ganz 50maliger Vergrösserung hergestellt worden, pagg. 196—197.

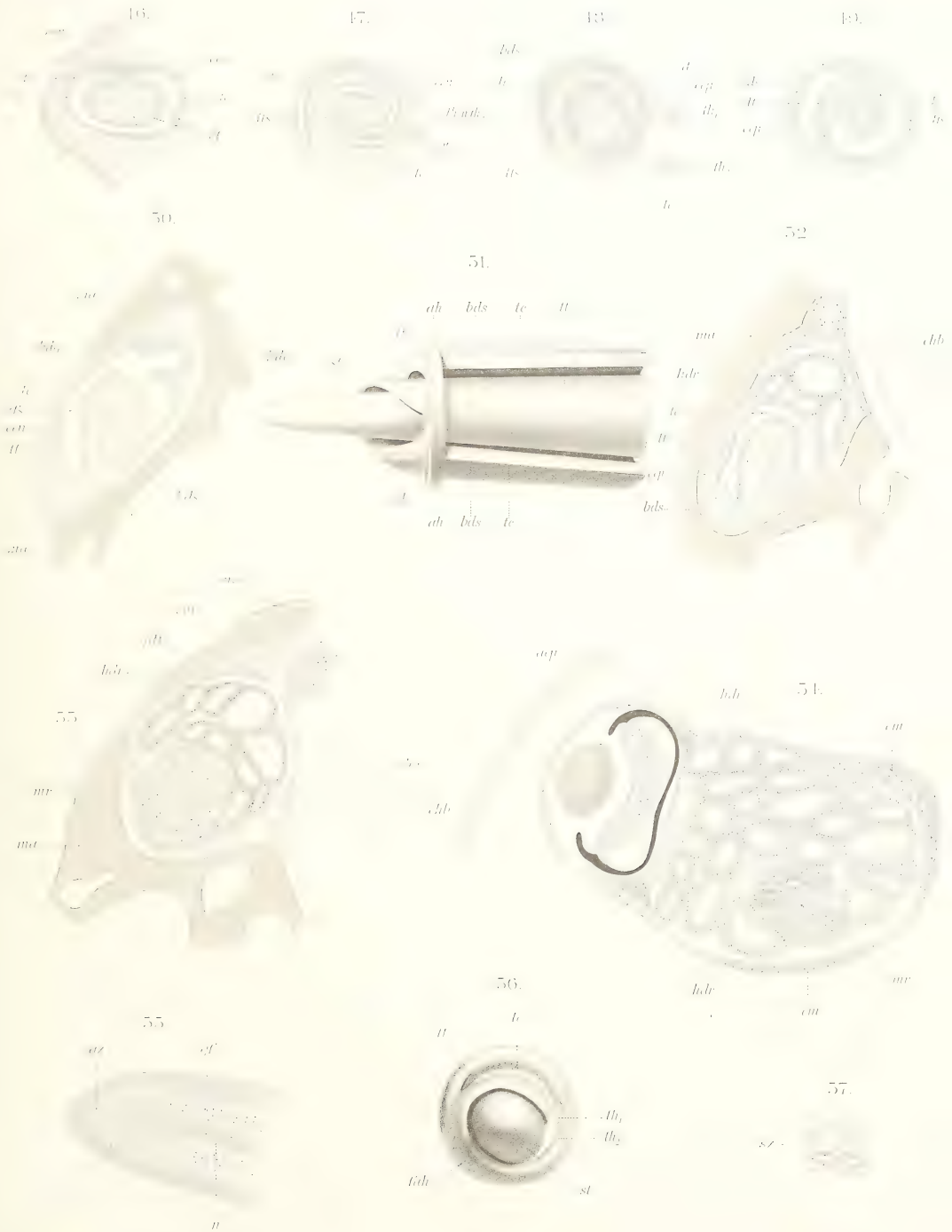
Fig. 56. Dasselbe Modell senkrecht von aussen gesehen, pag. 197.

Figg. 46, 47, 48, 49, 50, 52, 53. Querschnitte durch den Tentakelsack und die Tentakelfalte von der Oeffnung des Sackes an der Oberlippe (Fig. 46) an bis zu seinem blinden Ende innerhalb des Oberkieferknochens und dem Uebergang der Tentakelfalte (*tf*) in den Retractormuskel (*mr*, Fig. 53), pagg. 195—198.
Maassstab der Vergrösserung: 0,5 mm

Fig. 54. Querschnitt durch die Augenhöhle, pag. 198.
Vergrösserung wie oben.

Fig. 55. Tentakelspitze mit der Nervenendstelle, pag. 198.

Fig. 57. Drüsenzellen aus dem Epithel der Tentakelfalte, pag. 198.




Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

# Tafel XIX.

## Entwicklung des Tentakels.

*au* — Auge.
*drkn* — Anlagen von Drüsenschläuchen.
*e* — Einsenkung des äusseren Epithels.
*hdr* — Schläuche der Harder'schen Drüse.
*l* — Lumen.
*mr* — Retractor-Muskel.
*n* — Narine.
*o. inf.* und *sup.* — Musculus obliquus inferior und superior.
*r. ext. int. inf. sup.* — Musculus rectus externus, internus, inferior, superior.
*st* — Stöpsel.
*tc* — Lumen des Tentakelsackes.
*te* — Tentakel.
*tf* — Tentakelfalte.
*tg* — Tentakelgrübchen.
$th_1$ — Thränenröhrchenanlage.

Figg. 58, 59, 60. Larvenköpfe mit verschiedenen Entwicklungsstufen der Tentakelbildung, c. 7mal vergrössert, pag. 200.

Figg. 61, 62, 63, 64, 66, 67, 69, 70, 71, 73. Schnitte durch verschiedene Entwicklungsstufen des Tentakelapparates, pagg. 199—200.

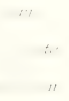
Maassstab der Vergrösserung: 0,5 mm

Fig. 65. Kopf einer erwachsenen Blindwühle, um die Lage des Tentakels an der Oberlippe zu zeigen, doppelte Grösse.

Fig. 68. Vergrösserung der Tentakelfalte des Larvenkopfes der Figur 60, pag. 200.

Fig. 72. Flachschnitt durch die Augenhöhle einer Larve, um die Augenmuskeln zu zeigen, pag. 200—201.

58.




59.

60.

61.

62.

63.

64.

65.

66.

67.

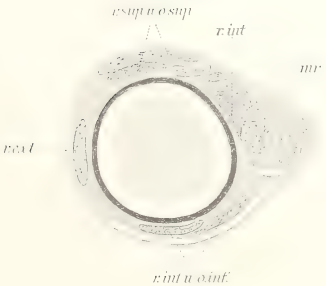
68.

69.

70.

71.

72.




73.

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a. M.

F.W. Kreidels Verlag, Wiesbaden.

# Tafel XX.

## Gehörorgan (pag. 207 ff.).

Fig. 74. Ausguss des knöchernen Labyrinthes von innen.
Fig. 75. Ebendasselbe von aussen.
Fig. 76. Ebendasselbe von innen betrachtet.
Fig. 77. Häutiges Labyrinth von innen. Vergrösserung sieben und zwanzigmal.
Fig. 78. Ebendasselbe von aussen.
Fig. 79. Umriss des häutigen Labyrinthes von aussen, mit eingezeichnetem Ductus perilymphaticus.
Fig. 80. Basalknochen von innen mit Ganglion acusticum.
Fig. 81. Querschnitt durch die hintere Partie des Schädels, um die Ausdehnung des knöchernen Labyrinthes im Verhältniss zur Schädelhöhle zu zeigen.

---

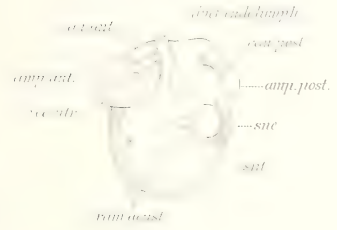
## Zeichenerklärung,

alphabetisch geordnet.

Anmerkung. Beim Ausguss des knöchernen Labyrinthes (Figg. 74, 75 und 76) sind dieselben Bezeichnungen gewählt wie beim häutigen Labyrinthe.

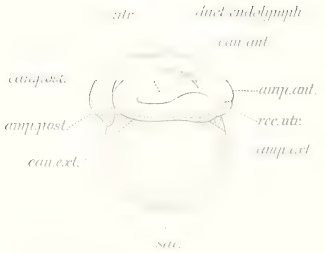
*amp. ant.* Ampulla anterior. *amp. ext.* Ampulla externa. *amp. post.* Ampulla posterior. *ap* Oeffnung des Ductus perilymphaticus in die Cisterna perilymphatica (pg. 127). *aq vest.* Aquaeductus vestibuli. *art* Canal der Arteria perforans stapedia im Stapes. *can. ant.* Canalis semicircularis anterior. *can. e.* oder *ext.* oder *sem. ext.* Canalis semicircularis externus. *can. post.* Canalis semicircularis posterior. *can. utr. sac.* Canalis utriculo-sacularis. *cochl.* Cochlea. *cr. amp. ant.* Crista ampullae anterioris. *cr. amp. ext.* Crista ampullae externae. *cr. amp. post.* Crista ampullae posterioris. *d. end.* Ductus endolymphaticus. *d. per.* Ductus perilymphaticus. *g. ac.* Ganglion acusticum. *lag. cochl.* Lagena cochleae. *mac. fun. utr.* Macula fundi utriculi. *mac. rec. utr.* Macula recessus utriculi. *mac. sac.* Macula sacculi. *pap. bas.* Papilla basilaris. *pap. lag.* Papilla lagenae. *p. bas. cochl.* Pars basilaris cochleae. *p. negl.* Pars neglecta mit der Macula neglecta. *rao* Ramulus acusticus cristae ampullae anterioris. *rae* Ramulus acusticus cristae ampullae externae. *ram. acust.* Durchtrittstellen der Acusticusäste in das Labyrinth. *rap* Ramulus acusticus cristae ampullae posterioris. *rb* Ramulus acusticus papillae basilaris. *rec. utr.* Recessus utriculi. *rfu* Ramulus acusticus maculae fundi utriculi. *rl* Ramulus acusticus papillae lagenae cochleae. *rn* Ramulus acusticus maculae neglectae sacculi. *rru* Ramulus acusticus maculae recessus utriculi. *rs 1, 2, 3, 4* Ramuli acustici maculae sacculi. *sac* Sacculus. *sh* Schädelhöhle. *sin. sac. sup.* Sinus sacculi superior. *sin. utr. ant.* Sinus utriculi anterior. *sin. utr. post.* Sinus utriculi posterior. *sin. utr. sup.* Sinus utriculi superior. *sne* Ausbuchtung des knöchernen Labyrinthes an der Stelle, wo die Schnecke liegt. *snf* Schneckenfensterchen im Basalknochen, in Figg. 74 und 76 Ausguss desselben. *st* Stapes. *utr* Utriculus. *vest* Vestibulum oder knöchernes Labyrinth. *II* Opticusfenster, *V* Trigeminusfenster, *VII* Facialisschlitz, *X* Vagusdurchtritt.

74.

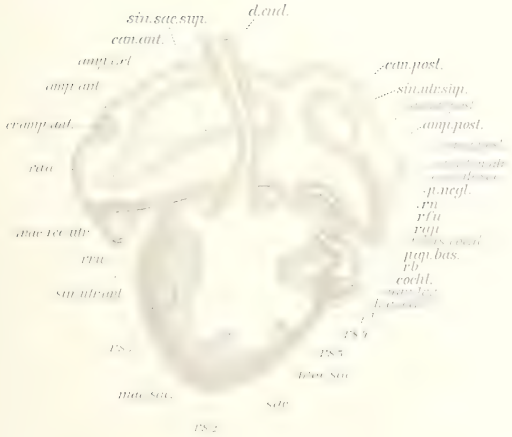



76.

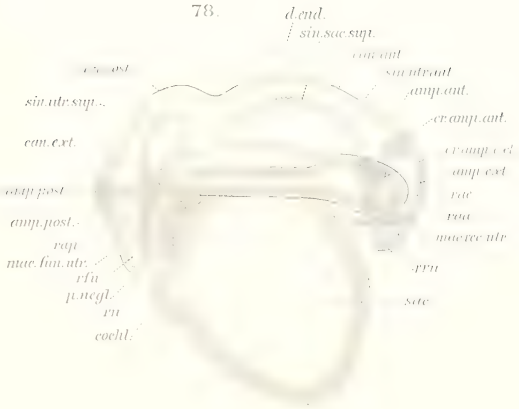
75.



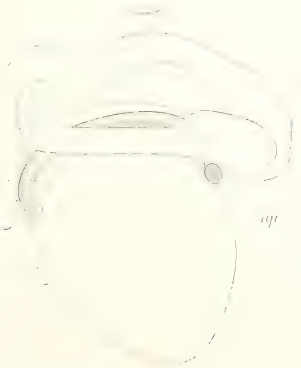

77.



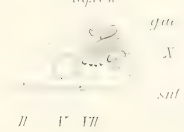

78.



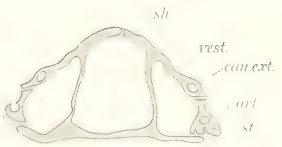

79.




80.




81




Lith Anst v Werner & Winter Frankfurt a M.

# Tafel XXI.

## Gehörorgan.

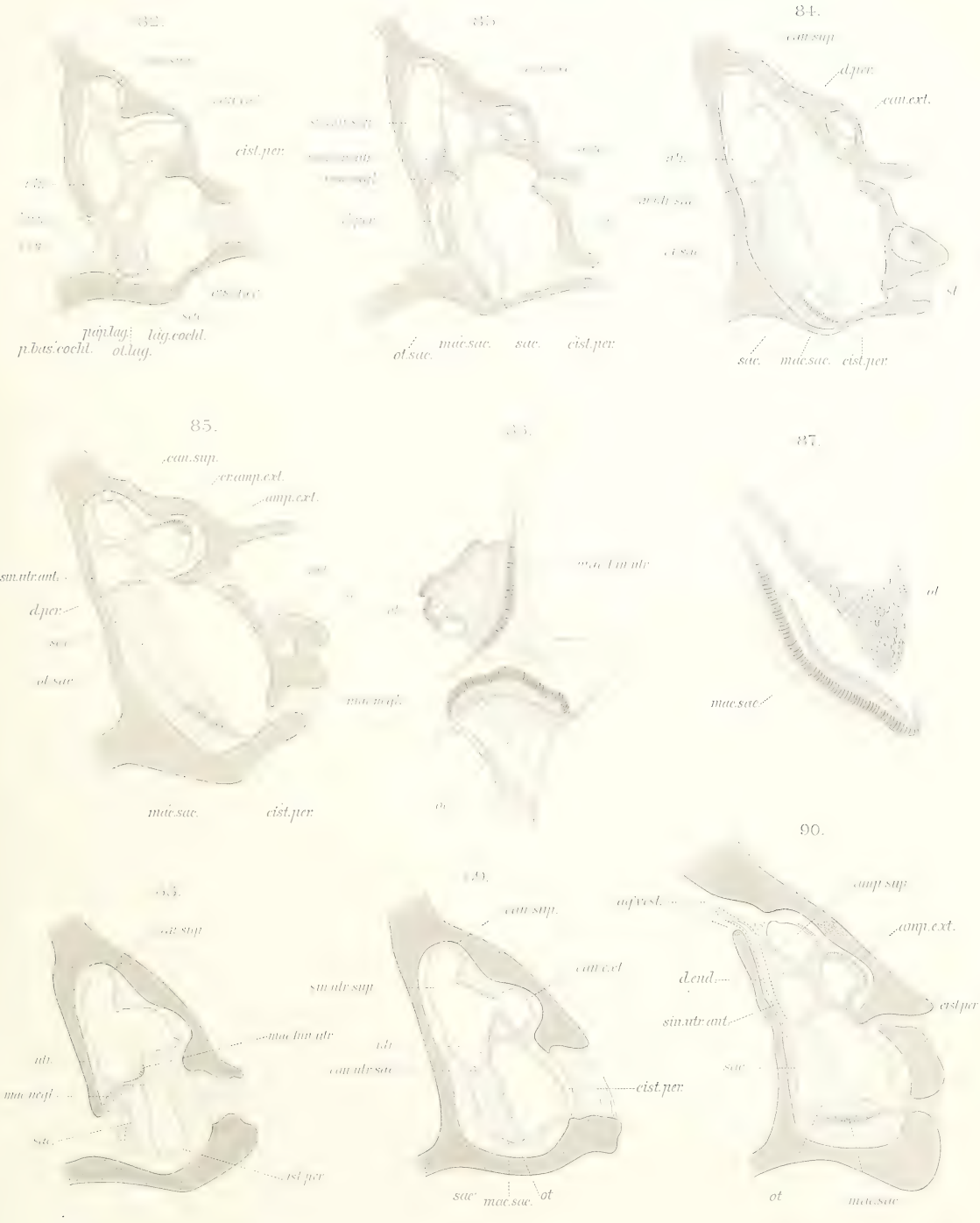
Figg. 82—87. Querschnitte durch das Gehörorgan von Ichthyophis glutinosus, L. (pag. 215).

Figg. 88—90. Querschnitte durch das Gehörorgan von Siphonops annulatus, Mikan. (pag. 216). Vergrösserung wie bei Figg. 77 und 78 (Tafel XX).

### Zeichenerklärung.

alphabetisch geordnet.

*amp. ext.* Ampulla externa. *amp. sup.* Ampulla anterior. *aq. vest.* Aquaeductus vestibuli. *art* Arteria perforans stapedia. *can. ext.* Canalis semicircularis externus. *can. sup.* Canalis semicircularis anterior. *can. utr. sac.* Canalis utriculo-sacularis. *cfn* Schneckenfenster (vergleiche Fig. 16, *lco* und Fig. 80, *snf*). *cist. per.* Cisterna perilymphatica. *cr. amp. ext.* Crista ampullae externae. *d. end.* Ductus endolymphaticus. *d. per.* Ductus perilymphaticus. *lag. cochl.* Lagena cochleae. *mac. fun. utr.* Macula fundi utriculi. *mac. negl.* Macula neglecta. *mac. sac.* Macula sacculi. *ot* Otolith. *ot. lag.* Otolith der Macula lagenae cochleae. *ot. sac.* Otolith des Sacculus. *pap. lag.* Papilla lagenae. *P. bas. cochl.* Pars basilaris cochleae. *sac* Sacculus. *sin. utr. ant.* Sinus utriculi anterior. *sin. utr. sup.* Sinus utriculi superior. *st* Stapes. *utr* Utriculus.




Sarasin del.

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

# Tafel XXII.

## Gehörorgan und Gehirn.

Figg. 91—96. Gehörorgan eines Embryos von Ichthyophis glutinosus vom Stadium der Figur 38 (Tafel IV) dieses Bandes. (Siehe Seite 217 ff.)

Figg. 91—93. Querschnitte durch das Gehörorgan.

Fig. 94. Das häutige Labyrinth von der Innenseite.
Vergrösserung wie Figg. 77 und 78 (Tafel XX).

Fig. 95. Dasselbe von der Aussenseite.

Fig. 96. Der Otolith des Sacculus, stärker vergrössert.
Für die Bezeichnungen siehe die Zeichenerklärung der Tafel XX.

Figg. 97—101. Gehirn von Ichthyophis glutinosus. (Siehe Seite 223 und 224.) Die Epiphyse ist entfernt. Ueber den Zweck der Zeichnung siehe den Text.

Fig. 97. Ganzes Gehirn von der rechten Seite.

Fig. 98. Mittel- und Nachhirn von oben.

Figg. 99—101. Querschnitte.

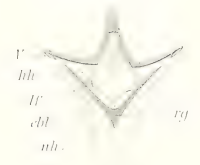
### Zeichenerklärung für das Gehirn.

*b. olf.* Bulbus olfactorius. *cbl* Hinterhirn. *g. t.* Gyrus des Temporallappens. *h.* Hypophyse. *hh* Hinterhirn. *lf* Längsfurche des Mittelhirns. *l. temp.* Temporallappen. *mh* Mittelhirn. *nh* Nachhirn. *n. olf.* Nervi olfactorii. *rg* Rautengrube. *s. t. inf.* Sulcus temporalis inferior. *s. t. sup.* Sulcus temporalis superior. *zh* Zwischenhirn. *V* Trigeminus.

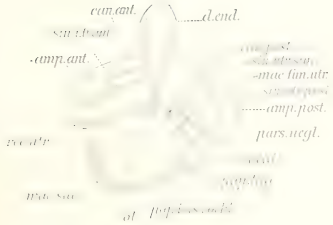
91.

92.

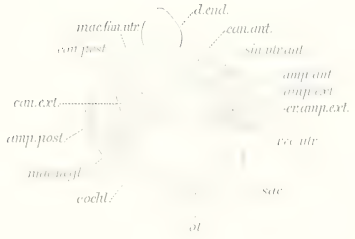
93.




94.




95.




96.

97.

98.




99.

100.

101.

Sarasin. del.

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a. M.

C.W. Kreidels Verlag, Wiesbaden.

# Tafel XXIII.

## Gefässsystem, Visceralskelet.

Fig. 102. Querschnitt durch den Truncus von Ichthyophis in der Nähe des Conus, pag. 230.
Maassstab der Vergrösserung: 0,5 mm

Fig. 105. Querschnitt durch dieselbe Stelle bei Siphonops, pag. 231.
Vergrösserung wie bei Fig. 102.

Fig. 103. Herz und Arterienbogen der erwachsenen Blindwühle, etwa 3 Mal vergrössert, pag. 229.
*add* Aorta descendens dextra, *ads* Aorta descendens sinistra, *cc* Carotis communis, *co* Conus arteriosus, *db* Ductus Botalli, *pd* Pulmonalis dextra, *ps* Pulmonalis sinistra, *tr* Truncus, II, IV zweiter und vierter Arterienbogen.

Fig. 104. Aufgeschnittener Conus von Ichthyophis mit den beiden Kreisen von Taschenklappen, pag. 230.

Figg. 106, 107, 108. Querschnitte des Larventruncus, pag. 230.
Maassstab der Vergrösserung: 0,5 mm
I, II, IV erster, zweiter und vierter Arterienbogen, *pd* und *ps* Pulmonalis dextra und sinistra.

Fig. 109. Herz und Arterienbogen einer Larve, etwa 3 Mal vergrössert, pag. 230.
I, II, IV erster, zweiter, vierter Arterienbogen, *tr* Truncus, *co* Conus.

Fig. 110. Visceralskelet einer ausgewachsenen Blindwühle, etwa 4 Mal vergrössert, pag. 233.
I, II, III, IV die vier ersten Kiemenbogen, V Rudiment eines fünften Bogens.

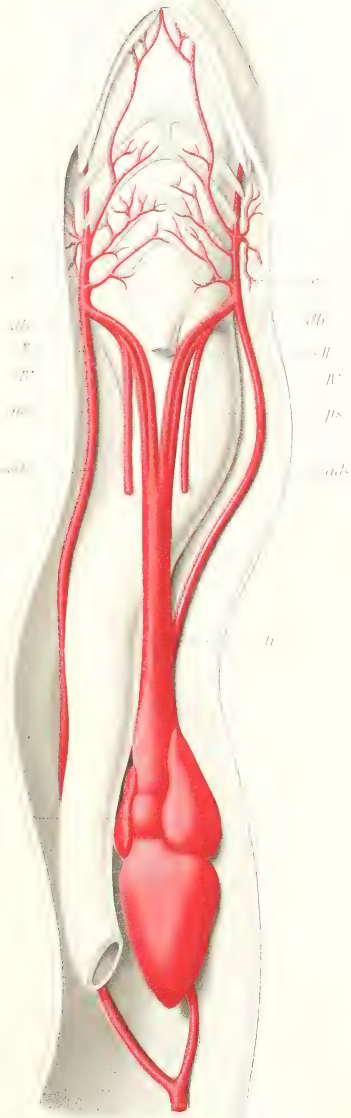
Fig. 111. Dasselbe von einer Larve, etwa 8 Mal vergrössert, pag. 233.
I, II, III, IV, V die fünf Kiemenbogen, $co_1$, $co_2$ Copulae.

102.

103.

104.

105.




106.

107.

108.

111.

110.

109.

Fig. 103 Mützel, caetera Sarasin del.

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

C.W. Kreidels Verlag, Wiesbaden.

# Tafel XXIV.

## Zunge, Mundhöhlendrüsen, äussere Kiemen, Kiemenspalten, Spermatozoen.

Fig. 112. Mundhöhlenboden von Ichthyophis bei zurückgezogener Zunge, etwa 3 Mal vergrössert, pagg. 234 und 227.

*zu* Zunge, *muzdr*, *suzdr* Unterzungendrüsen, *zl* Grübchen durch die Zähne des Oberkiefers hervorgerufen.

Fig. 113. Dasselbe bei vorgestreckter Zunge, pag. 234. Vergrösserung dieselbe.

Fig. 114. Mundhöhlendach, pag. 226. Vergrösserung dieselbe.

*ch* Choane, *mgdr*, *sgdr* Gaumendrüsen, *zl* Grübchen für die Zähne des Unterkiefers.

Fig. 115. Längsschnitt durch die Drüsen der Oberlippe, pag. 225.

Maassstab der Vergrösserung: 0,5 mm

*ldr* Lippendrüsen, *sph* Sphinkter, *zs* kleine Säckchen, aus welchen die auf unserem Schnitte nicht getroffenen Zahnspitzen nach aussen treten.

Fig. 116. Querschnitt durch die Oberlippe (*ol*), einen Zahn des Oberkiefers (*okz*) und eine Lippendrüse (*ldr*). *sph* Sphinkter derselben, *hdr* Hautdrüse, pag. 225.

Vergrösserung wie bei Fig. 115.

Fig. 117. Querschnitt durch das Drüsenband zwischen Oberkiefer- und Vomer Zahnreihe, pag. 226.

Vergrösserung wie bei Fig. 115.

*okz* Zahn des Oberkiefers, *voz* Zahn des Vomer, *sgdr* Gaumendrüsen.

Fig. 118. Kopf eines Embryo's etwa vom Stadium 36 (Taf. IV), c. 10 Mal vergrössert, pagg. 234 und 189.

*tr* Thränenrinne, $ak_{1-3}$ Anlagen der äusseren Kiemen.

Fig. 119. Linksseitiges Kiemenloch (Spiraculum) eines Embryo's im Stadium 5 (Taf. XII), etwa 15 Mal vergrössert, pag. 235.

$ak_{1-3}$ Wurzeln der äusseren Kiemen, $kp_{1-3}$ Kiemenplatten.

Fig. 120. Kopf einer Larve, etwa 4 Mal vergrössert, pag. 235.

$kp_{1-3}$ Kiemenplatten.

Fig. 121. Längsschnitt durch die linksseitigen Kiemenspalten eines Embryo's von der Stufe 3 (Taf. XII), pagg. 235—236.

Maassstab der Vergrösserung: 0,5 mm

*ak* Wurzel einer äusseren Kieme, $kp_{1-3}$ Kiemenplatten, III, IV, V dritter, vierter, fünfter Kiemenbogen, *st* Tasche des Schlundes.

Fig. 122. Längsschnitt durch die linksseitigen Kiemenspalten einer Larve, pagg. 235—236.

Vergrösserung und Bezeichnungen wie bei Fig. 121, ausserdem *gf* Gefäss.

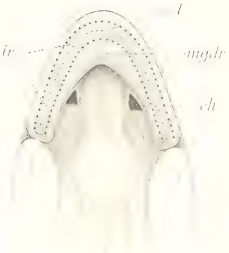
Fig. 123, 124. Spermatozoen, pag. 237.

*ss* Schwanzsaum, *vs* Verbindungsstück, *ko* Kopf, *sp* Spiess.

112.

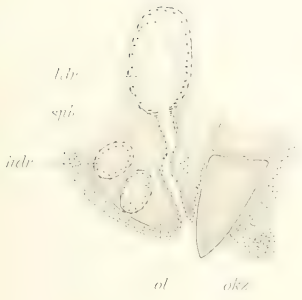
113.

114.




115.

116




118.

117.

119

120.

123.

124.

121.

122.

C. W. Kreidels Verlag, Wiesbaden

VON VORLIEGENDEM WERKE IST BEREITS ERSCHIENEN:

## ERSTER BAND:

ERSTES HEFT.

### DIE AUGEN UND DAS INTEGUMENT DER DIADEMATIDEN. UEBER ZWEI PARASITISCHE SCHNECKEN.

*MIT FÜNF TAFELN. — PREIS 14 MARK.*

ZWEITES HEFT.

### AUS DER ENTWICKLUNGSGESCHICHTE DER HELIX WALTONI Reeve. KNOSPENBILDUNG BEI LINCKIA MULTIFORA Lamarck

*MIT VIER TAFELN. — PREIS 14 MARK.*

DRITTES HEFT.

### UEBER DIE ANATOMIE DER ECHINOTHURIDEN UND DIE PHYLOGENIE DER ECHINODERMEN.

*MIT ACHT TAFELN. — PREIS 18 MARK.*

## ZWEITER BAND:

ERSTES HEFT:

### ZUR ENTWICKLUNGSGESCHICHTE UND ANATOMIE DER CEYLONESISCHEN BLINDWÜHLE ICHTHYOPHIS GLUTINOSUS.

**ERSTER THEIL:** EINLEITUNG, DAS EI, BEFRUCHTUNG UND BRUTPFLEGE, ENTWICKLUNG DER KÖRPERFORM, HISTORISCHES, SYSTEMATISCHES UND VERGLEICHENDES.

*MIT FÜNF TAFELN. — PREIS 14 MARK.*

ZWEITES HEFT:

### ZUR ENTWICKLUNGSGESCHICHTE UND ANATOMIE DER CEYLONESISCHEN BLINDWÜHLE ICHTHYOPHIS GLUTINOSUS

**ZWEITER THEIL:** DIE SEITENORGANE DER LARVE, DIE LETZTEN ENDIGUNGEN DER BLUTCAPILLAREN IN DEN INTERCELLULARRÄUMEN DER EPIDERMIS, BECHERZELLEN UND CUTICULARBORSTEN, KÖRPERRINGEL UND SCHUPPEN, BAU UND ENTWICKLUNG DER CUTISDRÜSEN.

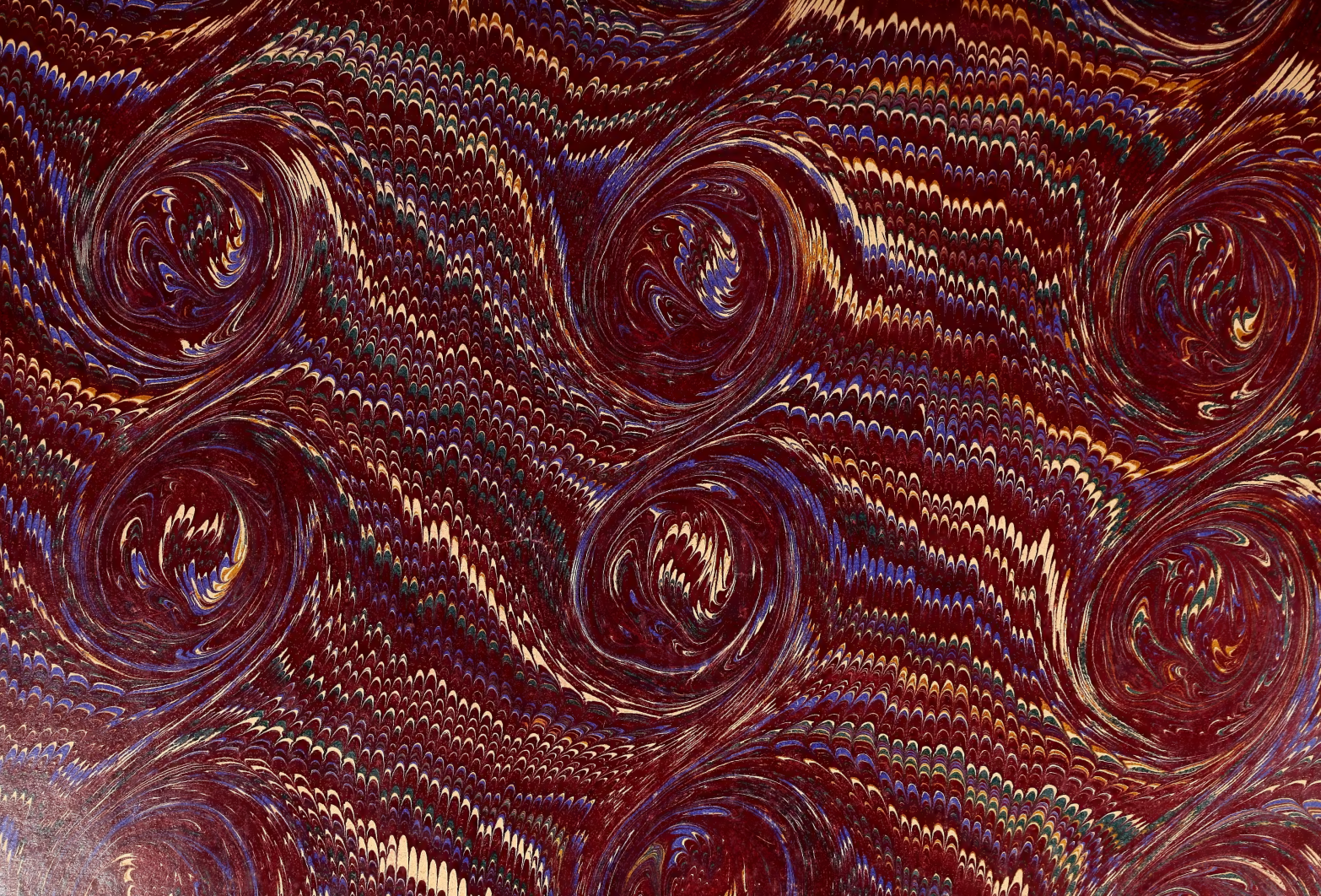
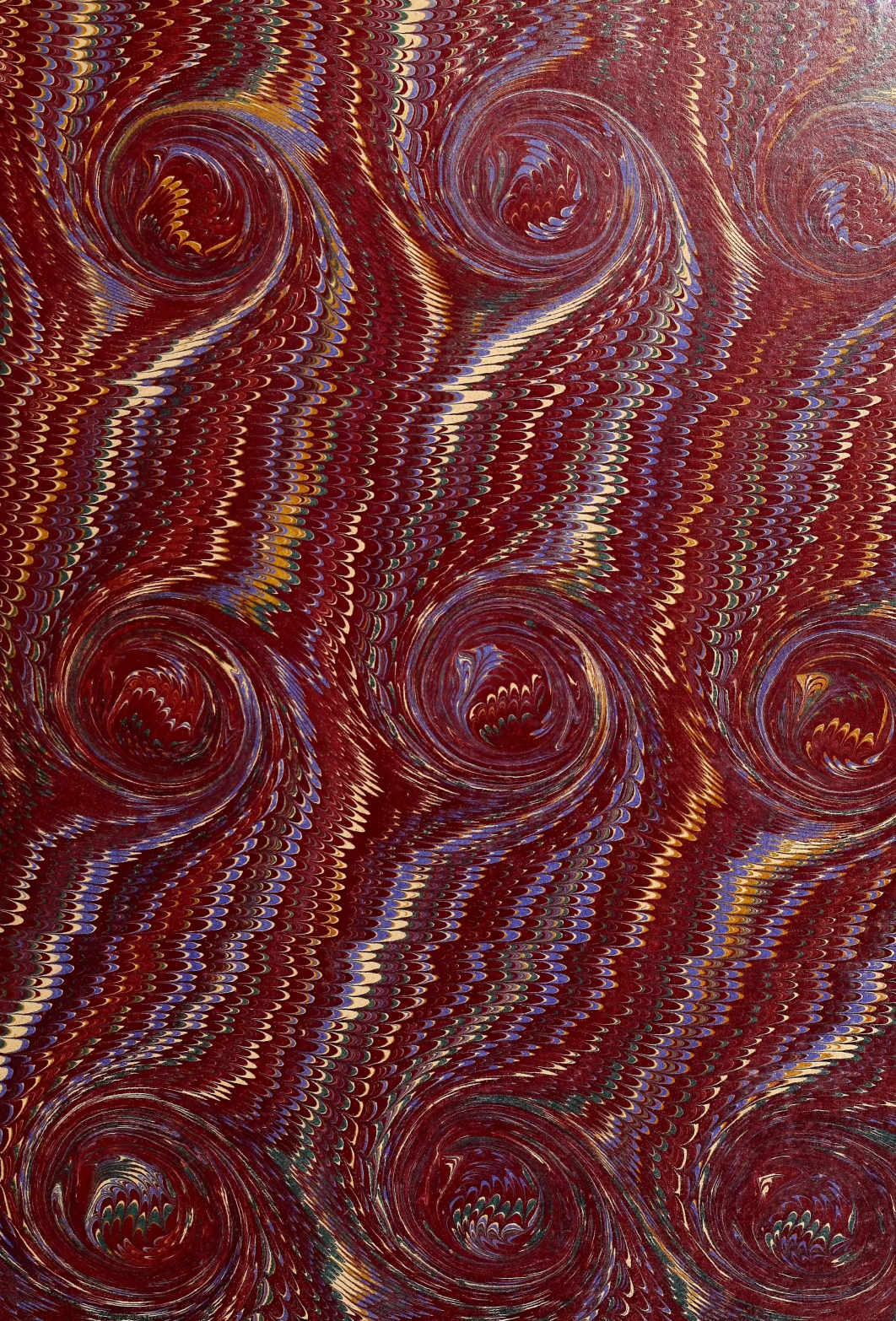
*MIT SECHS TAFELN. — PREIS 14 MARK.*

DRITTES HEFT:

### ZUR ENTWICKLUNGSGESCHICHTE UND ANATOMIE DER CEYLONESISCHEN BLINDWÜHLE ICHTHYOPHIS GLUTINOSUS.

**DRITTER THEIL:** DAS SCHICKSAL DES DOTTERS; UEBER DIE HOMOLOGIE DER KEIMBLÄTTER IM THIERREICHE AUF GRUND DES SATZES, DASS DIE BEIDEN KEIMSCHICHTEN DER GASTRULA NICHT DEM EKTODERM UND ENTODERM, SONDERN DEM BLASTODERM UND DOTTER DER VERTEBRATEN ENTSPRECHEN; DER ENDDARM DER EMBRYONEN.

*MIT DREI TAFELN. — PREIS 10 MARK.*

C. W. KREIDEL'S VERLAG IN WIESBADEN.

Königl. Universitätsdruckerei von H. Stürtz in Würzburg.